

**LINEAMIENTOS PARA DETERMINAR LA LOCALIZACIÓN DE UN  
RELLENO SANITARIO REGIONAL PARA DISPONER LOS  
RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS POR LOS MUNICIPIOS DE  
QUÍPAMA, MUZO, COPER, CALDAS Y BUENAVISTA BOYACÁ**

**IVAN ALBERTO GOMEZ BABATIVA**

**UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA**

**Facultad de Ciencias Ambientales**

**Especialización en Gestión Ambiental Urbana**

Bogotá D.C., marzo de 2017

**UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA**

**Facultad de Ciencias Ambientales**

**Especialización en Gestión Ambiental Urbana**

**LINEAMIENTOS PARA DETERMINAR LA LOCALIZACIÓN DE UN  
RELLENO SANITARIO REGIONAL PARA DISPONER LOS  
RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS POR LOS MUNICIPIOS DE  
QUÍPAMA, MUZO, COPER, CALDAS Y BUENAVISTA BOYACÁ**

**Iván Alberto Gómez Babativa**

**Director**

**Bibian Ximena García**

Monografía presentada como requisito para la obtención del título de

Especialista en Gestión Ambiental Urbana

Bogotá D.C., Marzo de 2017

Universidad Piloto de Colombia

Facultad de Ciencias Ambientales – Especialización en Gestión Ambiental Urbana

## HOJA DE APROBACIÓN

### **Lineamientos Para Determinar La Localización De Un Relleno Sanitario Regional Para Disponer Los Residuos Sólidos Generados Por Los Municipios De Quípama, Muzo, Coper, Caldas Y Buenavista Boyacá**

Iván Alberto Gómez Babativa

Nombre, Título académico  
Director del proyecto de grado

\_\_\_\_\_

Nombre, Título académico  
Co-Director del proyecto de grado

\_\_\_\_\_

Nombre, Título académico  
Miembro del Jurado

\_\_\_\_\_

Nombre, Título académico  
Miembro del Jurado

\_\_\_\_\_

Nombre, Título académico  
Decano

\_\_\_\_\_

**Bogotá D.C., Marzo del 2017**

### © DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad Piloto de Colombia (UPC) y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a la UPC para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual.

Nombre: Iván Alberto Gómez Babativa

C. C.: 1.014.17.008 de Bogotá D.C

Lugar: Bogotá D.C Fecha: Marzo de 2017

## Resumen

Anualmente son dispuestos en el sur occidente del departamento de Boyacá un total de 1677.31 toneladas de residuos sólidos de forma inadecuada empleando como alternativa disposición de final botaderos a cielo abierto, residuos provenientes de los municipios de Quipama y Coper, situación que no se ajustan a lo establecido en el Decreto 1077 de 2015 toda vez que estos sitios carecen de infraestructura técnica y operativa, ausencia de sistemas de impermeabilización, recolección y tratamiento de lixiviados, cobertura provisional o definitiva, características estructurales y operacionales que permiten la proliferación de vectores, contaminación de fuentes hídricas, generación de malos olores y contaminación visual. Asimismo, los municipios de Muzo, Buenavista y Caldas, pertenecientes a esta misma provincia, realizan la disposición final de un total de 1464 toneladas año en el relleno sanitario ubicado en el municipio de Tunja, Boyacá, a una distancia superior a los 178 km, lo que repercute en altos costos operacionales, que deben ser soportados por los suscriptores del servicio público de aseo, por medio de la tarifa aplicada en la comercialización del servicio. Teniendo en cuenta lo anterior, el presente documento pretende determinar la viabilidad ambiental, técnica, social y económica más viable en cuanto a la construcción de un relleno sanitario regional en la provincia occidente del departamento de Boyacá.

**Palabras Clave:** Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos, Residuos Sólidos Domésticos, Relleno Sanitario, Esquema de Ordenamiento Territorial.

## **Abstract**

Annually they are arranged in the south west of the department of Boyacá a total of 1677.31 tons of solid waste improperly using as alternative arrangement final open dumps, waste from the municipalities of Quipama and Coper, which is not complying with the established in Decree 1077 of 2015 since these sites lack the technical and operational infrastructure, lack of waterproofing systems, collection and treatment of leachate, provisional or definitive coverage, structural features and operational allow the proliferation of vectors, pollution sources water, generation of odors and visual pollution. Also, the municipalities of Muzo, Buenavista and Caldas, belonging to the same province, made the final disposition of a total of 1464 tons per year in the landfill located in the municipality of Tunja Boyacá at a distance of over 178 km, which results in high operating costs, which will be borne by subscribers of public toilet service, through the rate applied in marketing the service. Given the above, this document aims to determine the most viable environmental viability, technical, social, economic and environmental considerations in building a regional landfill in the western province of Boyacá.

**Keywords:** Integral Plan of Solid Waste Management, Domestic Solid Waste, Landfill, Land Management Scheme.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>RESUMEN.....</b>	<b>5</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>6</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>11</b>
<b>PROBLEMA.....</b>	<b>12</b>
<b>JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>12</b>
<b>1. OBJETIVOS .....</b>	<b>14</b>
1.1 OBJETIVO GENERAL .....	14
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
<b>2. MARCO REFERENCIAL.....</b>	<b>15</b>
2.1. MARCO TEÓRICO .....	15
2.1.1. <i>Parámetros de Localización</i> .....	15
2.1.1.1. Prohibiciones.....	16
2.1.1.2. Restricciones. ....	16
2.1.1.3. Parámetros de diseño.....	17
2.1.1.4. Criterios y metodología para la localización de áreas para disposición final de residuos sólidos, mediante la tecnología de relleno sanitario. ....	19
2.2. MARCO CONCEPTUAL.....	25
2.3. MARCO CONTEXTUAL .....	26
2.4. MARCO JURIDICO.....	29
<b>3. METODOLOGIA DE TRABAJO .....</b>	<b>31</b>
<b>4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....</b>	<b>33</b>
4.1. PARÁMETROS DE DISEÑO .....	33
4.1.1. <i>Proyección Poblacional</i> .....	33
4.1.2. <i>Producción Per Cápite (PPC)</i> .....	33
4.1.3. <i>Diseño de la Celda de Disposición final</i> .....	35
4.1.4. <i>Dimensionamiento del Proyecto</i> .....	36
<b>5. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS ALTERNATIVAS DE LOCALIZACION DEL PROYECTO .....</b>	<b>39</b>
5.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO .....	39
5.1.1. <i>Alertas Tempranas de Bio-diversidad.</i> .....	40
5.1.2. <i>Alternativa de localización No 1 MUNICIPIO DE COPER</i> .....	41
5.1.2.1. Localización Relleno Sanitario Regional .....	42
5.1.3. <i>Alternativa de localización No 2</i> .....	44
5.1.3.1. Localización Relleno Sanitario Regional .....	45
<b>6. ANALIZAR LOS RIESGOS Y EFECTOS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE Y LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES PARA LAS ALTERNATIVAS ESTUDIADAS.</b>	<b>48</b>
6.1. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, SOCIALES Y ECONÓMICOS ALTERNATIVA No 1.	48
6.2. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, SOCIAL Y ECONÓMICA, ALTERNATIVA No 2. .	50
<b>7. COMPATIBILIDAD DEL PROYECTO, CON LOS USOS DEL SUELO ESTABLECIDOS EN EL ESQUEMAS DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL.....</b>	<b>52</b>

7.1.	ESQUEMA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL MUNICIPIO DE COPER BOYACÁ.....	53
7.2.	ESQUEMA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL MUNICIPIO DE QUIPAMA BOYACÁ.....	53
<b>8.</b>	<b>SELECCIÓN Y JUSTIFICACION ALTERNATIVA ESCOGIDA .....</b>	<b>54</b>
8.1.	EVALUACIÓN DE LA ALTERNATIVA NO1 BAJO LOS CRITERIOS ESTABLECIDOS EN EL DECRETO 1077 DE 2015 .....	54
8.2.	EVALUACIÓN DE LA ALTERNATIVA NO 2 BAJO LOS CRITERIOS ESTABLECIDOS EN EL DECRETO 1077 DE 2015 .....	56
<b>9.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>59</b>
<b>10.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>61</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>62</b>

### Listas de tablas

<i>Tabla 1. Criterio de Calificación Capacidad. ....</i>	<i>20</i>
<i>Tabla 2. Criterio de Calificación Ocupación actual del Área. ....</i>	<i>20</i>
<i>Tabla 3. Criterio de Calificación Accesibilidad Vial. ....</i>	<i>21</i>
<i>Tabla 4. Criterio de Calificación Condiciones del Suelo y Topografía. ....</i>	<i>21</i>
<i>Tabla 5. Criterio de Calificación Distancia Perímetro Urbano. ....</i>	<i>22</i>
<i>Tabla 6. Criterio de Calificación Disponibilidad de Material de Cobertura. ....</i>	<i>22</i>
<i>Tabla 7. Criterio de Calificación Densidad Población en el Área .....</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 8. Criterio de Calificación Incidencia en la Congestión de Tráfico en la Vía Principal. ....</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 9. Criterio de Calificación Distancia a Cuerpos Hídricos. ....</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 10. Criterio de Calificación Dirección de los Vientos. ....</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 11. Criterio de Calificación Geoformas del Área respe al Entorno. ....</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 12. Criterios de Calificación Restricciones en la Disponibilidad del Área. ....</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 13. Proyección Población DANE 2015.....</i>	<i>27</i>
<i>Tabla 14. Sitio de disposición final de residuos sólidos. ....</i>	<i>28</i>
<i>Tabla 15. Proyección Poblacional año 2045. ....</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 16. Asignación Nivel de Complejidad. ....</i>	<i>34</i>



<i>Tabla 17. Producción de residuos sólidos reportados en el SUI. ....</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 18. Generación de Residuos Sólidos Proyectados. ....</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 19. Estimación volumen diario y anual proyectado. ....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 20. Área Requerida proyectada. ....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 21. Equidistancia perímetro urbano sitio de disposición final de residuos sólidos. .</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 22. Criterios de ubicación del Relleno Sanitario (RAS) ....</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 23. Equidistancia perímetro urbano sitio de disposición final de residuos sólidos. .</i>	<i>45</i>
<b><i>Tabla 24. Criterios de ubicación del Relleno Sanitario (RAS). ....</i></b>	<b><i>46</i></b>
<i>Tabla 25. Evaluación de Impacto Ambiental, Social y Económico alternativa No 1. ....</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 26. Evaluación de Impacto Ambiental, Social y Económico alternativa No 2 ....</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 27. Uso y Cobertura del suelo en extensión y porcentaje ....</i>	<i>53</i>

## Listas de Figuras

<i>Figura 1. Relleno Sanitario Tipo Área. ....</i>	<i>18</i>
<i>Figura 2. Relleno Sanitario tipo rampa .....</i>	<i>18</i>
<i>Figura 3. Relleno Sanitario Tipo Combinado. ....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 4. Área de influencia Relleno Sanitario Regional .....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 5. Área de sensibilidad biótica. ....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 6. Ubicación Relleno Sanitario, Coper – Boyacá.....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 7. Alternativa de Localización Relleno Sanitario No 1. ....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 8. Imagen satelital Ubicación Relleno Sanitario Regional, alternativa No 1. ....</i>	<i>44</i>
<i>Figura 9. Ubicación Relleno Sanitario Regional, Quipama Boyaca .....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 10. Alternativa de Localización Relleno Sanitario No 2. ....</i>	<i>46</i>
<i>Figura 11. Imagen satelital Ubicación Relleno Sanitario Regional, alternativa No 2. ....</i>	<i>47</i>

## **Introducción**

La problemática ambiental de los residuos sólidos ha tomado fuerza en los últimos años, y se ha reglamentado a través del tiempo su recolección, transporte, tratamiento y disposición final. La política para la gestión de los residuos sólidos tiene su fundamento en la Constitución Política de Colombia, la Ley 99 de 1993 y la Ley 142 de 1994, siendo reglamentado el servicio público de aseo en el Decreto 1077 de 2015 el cual reglamento la actividad de disposición final de residuos sólidos estableciendo como única alternativa técnica autorizada los rellenos sanitarios.

En su momento el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial consciente de las limitantes administrativas que afrontaban las administraciones municipales a nivel nacional que realizaban la disposición final de residuos sólidos de forma inadecuada en botaderos a cielo abierto, mediante las Resoluciones 1045 de 2003, 1390 de 2005, 1684 de 2008 y 1822 de 2009, 1529 de 2010 y 1890 de 2011, dio vía libre a la implementación de Celdas transitorias como alternativa de disposición final, siempre y cuando se estuviera desarrollando de forma conjunta el cierre, clausura y restauración o transformación técnica a rellenos sanitarios de dichas celdas.

Conforme a lo dispuesto en el Informe Nacional de Disposición Final de residuos sólidos realizado por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios en el año 2013 el 14.8% de los municipios de Colombia realizaban la disposición final de residuos sólidos de forma inadecuada empleando botaderos a cielo abierto y el 1.3% dispone los residuos sólidos en cuerpos de agua, situación que genera impacto en la estructural ecológica principal del área de influencia, deteriorando los recursos naturales no renovables. En relación al departamento de Boyacá, conforme a lo señalado por el ente de vigilancia y control tan solo entre el 60% y el 90% de los municipios del departamento realizan la disposición final de residuos sólidos en lugares autorizados por las autoridades ambientales competentes que ejercen jurisdicción sobre este departamento. Aunado lo anterior, conforme a lo manifestado por la Superservicios el pasado 1 de agosto de 2015, el 50% de los rellenos sanitarios regionales del país tienen una vida útil inferior a los 5 años, situación que genera alerta a las administraciones municipales y a los operadores del servicio público de aseo para que implemente alternativas de disposición final de residuos sólidos técnica y ambientalmente viables.

Para el caso específico de la provincia occidente del departamento de Boyacá, la cual se encuentra conformada por 15 municipios, las posibilidades de realizar la disposición final de residuos sólidos en un lugar licenciado por parte de la autoridad ambiental competente, para el caso en particular CORPOBOYACA, es cada vez más compleja, ya que en esta zona existen 2 rellenos sanitarios pertenecientes a los municipios de Chiquinquirá y La Victoria, los cuales presentan una baja capacidad remanente, que impide la recepción de los residuos sólidos generados por los municipios que comprenden esta región. De allí la

necesidad de construir un relleno sanitario regional como alternativa de disposición final de residuos sólidos.

Es pertinente señalar que la realización de este estudio, presenta restricciones en el marco de aplicabilidad, toda vez que la evaluación de los impactos generados por la construcción y puesta en funcionamiento del relleno sanitario, careció del levantamiento de información primaria y elaboración de estudios técnicos exigidos por el marco normativo y regulatorio. Así las cosas, se aclara que la información empleada para la realización del presente documento parte de la implementación de herramientas de información geográfica e información secundaria tomada del Sistema Único de Información (SUI).

## **Problema**

Anualmente son dispuestos en el sur occidente del departamento de Boyacá un total de 1677.31 toneladas de residuos sólidos de forma inadecuada empleando como alternativa disposición de final botaderos a cielo abierto, residuos provenientes de los municipios de Quipama y Coper, situación que no se ajustan a lo establecido en el Decreto 1077 de 2015 toda vez que estos sitios carecen de infraestructura técnica y operativa, ausencia de sistemas de impermeabilización, recolección y tratamiento de lixiviados, cobertura provisional o definitiva, características estructurales y operacionales que permiten la proliferación de vectores, contaminación de fuentes hídricas, generación de malos olores y contaminación visual. Así mismo, los municipios de Muzo, Buenavista y Caldas, pertenecientes a esta misma provincia, realizan la disposición final de un total de 1464 toneladas año en el relleno sanitario ubicado en el municipio de Tunja, Boyacá, a una distancia superior a los 178 km, lo que repercute en altos costos operacionales, que deben ser soportados por los suscriptores del servicio público de aseo, por medio de la tarifa aplicada en la comercialización del servicio. De esta manera se debe dar respuesta a la siguiente pregunta ¿es viable construir un relleno sanitario en el sur occidente del departamento de Boyacá como alternativa regional de disposición final de residuos sólidos?

## **Justificación**

Los municipios que comprenden la provincia Occidente del departamento de Boyacá, presentan infraestructura vial deteriorada y altos índices de violencia; factores que sumados a una deficiente gobernanza y a los bajos recursos económicos destinados por el Sistema de General de Participaciones (SGP) para el componente de agua potable y saneamiento básico por ser estos clasificados en categoría 6 conforme a su población, la cual no supera los 10.000 habitantes y a sus ingresos anuales los cuales no superan los 15.000 salarios mínimos mensuales vigentes, dificultan la construcción y puesta en funcionamiento de un

relleno sanitario como alternativa para realizar la disposición final de los residuos sólidos generados por sus pobladores. Aunado a lo anterior la baja capacidad remanente de los rellenos sanitarios regionales del departamento de Boyacá, los cuales se encuentran distanciados de esta región, incrementa los costos operacionales de las empresas prestadoras del servicio público de aseo, lo que se ve reflejado en aumento en la tarifa cobrada por la prestación de este servicio al usuario.

Teniendo en cuenta lo anterior, la necesidad de construir un relleno sanitario regional para esta zona que pueda atender la necesidad de disponer los residuos sólidos generados por los pobladores de los municipios de Quípama, Muzo, Coper, Caldas y Buenavista Boyacá de forma tecnificada, toma importancia más aun cuando el marco normativo promueve la regionalización de los rellenos sanitarios y determinó que las autoridades ambientales, las personas prestadoras del servicio público de aseo de la actividad complementaria de disposición final de residuos sólidos o las entidades territoriales, según el caso, no podrán imponer restricciones injustificadas para el acceso a los rellenos sanitarios y/o estaciones de transferencia de residuos sólidos.

Ahora bien, conforme a lo establecido en el Artículo 16 del decreto 838 de 2005 el cual dispone *“En la medida en que las condiciones ambientales, topográficas, viales y distancias lo permitan, los proyectos de disposición final de residuos sólidos que vaya a formular y desarrollar cualquier entidad territorial, propenderán a que se enfoquen desde el ámbito regional, teniendo en cuenta los beneficios sociales, ambientales y económicos derivados de este nivel, en gestión conjunta con otros municipios y distritos.”*, toma principal relevancia la elaboración de un diagnóstico ambiental de alternativas, cuyo objeto es el establecer las alternativas de localización del relleno sanitario, que genere un menor impacto ambiental, económico y social, partiendo de la compatibilidad del proyecto en función a la destinación del suelo de los Planes de Ordenamiento Territorial de los municipios vinculados.

# **1. OBJETIVOS**

## **1.1 Objetivo General**

Establecer los lineamientos para determinar la localización de un relleno sanitario regional para disponer los residuos sólidos generados por los municipios de Quípama, Muzo, Coper, Caldas y Buenavista Boyacá

## **1.2 Objetivos Específicos**

- Determinar los parámetros de diseño requeridos para el relleno sanitario regional, conforme a los parámetros de diseño establecidos en el Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico.
- Presentar las alternativas de localización del relleno sanitario, en función de los aspectos ambientales, técnicos, sociales y económicos.
- Analizar los riesgos y efectos sobre el medio ambiente y los recursos naturales renovables para las alternativas estudiadas.
- Establecer la compatibilidad del proyecto en función a la destinación del suelo del Esquemas de Ordenamiento Territorial del municipio asignado para ubicar el relleno sanitario regional.

## **2. MARCO REFERENCIAL**

### **2.1. Marco Teórico**

El relleno sanitario, de acuerdo con la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (ASCE), es una “técnica para la disposición de la basura en el suelo sin causar perjuicio al medio ambiente y sin causar molestia o peligro para la salud y seguridad pública. Este método utiliza principios de ingeniería para confinar la basura en el menor área posible, reduciendo su volumen al mínimo practicable, y cubriendo la basura allí depositada con una capa de tierra con la frecuencia necesaria al fin de cada jornada” (Meléndez, 2004).

Básicamente consta de celdas previamente impermeabilizadas donde una vez depositados, compactados y nivelados los residuos sólidos, estos son cubiertos con tierra u otro material inerte, al menos una vez al día. El manejo de los subproductos de la descomposición de los residuos es realizado en instalaciones cercanas al relleno. Estos subproductos en su mayoría corresponden a líquidos percolados, comúnmente denominados lixiviados, y el biogás, producto de la descomposición anaerobia de los residuos. En el caso de los lixiviados estos son recolectados en fondo de la celda y enviado a lagunas donde son tratados, o recirculados al interior del relleno. (Katia M. Noguera, 2010).

El marco normativo legal vigente, en Colombia, define el relleno sanitario como el lugar técnicamente seleccionado, diseñado y operado para la disposición final controlada de residuos sólidos, sin causar peligro, daño o riesgo a salud pública, minimizando y controlando los impactos ambientales y utilizando principios de ingeniería, para la confinación y aislamiento de los residuos sólidos en un mínima, con compactación de residuos, cobertura diaria de los mismos, control de gases y lixiviados, y cobertura final. (MVCT, Decreto 1077, 2015)

#### **2.1.1. Parámetros de Localización**

En cuanto a los parámetros de localización de un relleno sanitario en el territorio Colombiano, el Decreto 1077 de 2015 por medio del cual se expidió el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio, delega la responsabilidad a las administraciones municipales de determinar las áreas potenciales para la ubicación de un relleno sanitario mediante el instrumento de planificación territorial (Planes de Ordenamiento Territorial, POT), (Planes Básicos de Ordenamiento Territorial PBOT) o (Esquemas de Ordenamiento Territorial EOT), según sea el caso, como Suelo de Protección-Zonas de Utilidad Pública para la ubicación de infraestructuras para la provisión del servicio público de aseo en la actividad complementaria de disposición final, mediante la utilización de la tecnología de relleno sanitario (Decreto 838 de 2005, 2005)., análisis que debe actuar en concordancia a lo establecido en el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos del municipio (PGIRS).

A su vez, la misma norma establece los criterios de prohibición y restricción en la localización de un relleno sanitario.

#### **2.1.1.1. Prohibiciones**

Se prohíbe la localización, construcción y operación de rellenos sanitarios, en las siguientes áreas:

**Fuentes superficiales.** Dentro de la franja paralela a la línea de mareas máximas o a la del cauce permanente de ríos y lagos, como mínimo de 30 metros de ancho o las definidas en el respectivo POT, EOT y PBOT, según sea el caso; dentro de la franja paralela al sitio de pozos de agua potable, tanto en operación como en abandono, a los manantiales y aguas arriba de cualquier sitio de captación de una fuente superficial de abastecimiento hídrico para consumo humano, de por lo menos 500 metros; en zonas de pantanos, humedales y áreas similares. (MAVCT, Decreto 838, 2005)

**Fuentes subterráneas.** En zonas de recarga de acuíferos.

**Hábitats naturales críticos.** Zonas donde habiten especies endémicas en peligro de extinción.

**Áreas con fallas geológicas.** A una distancia no menor a 60 metros de zonas de la falla geológica.

Áreas pertenecientes al Sistema de Parques Nacionales Naturales y demás áreas de manejo especial y de ecosistemas especiales tales como humedales, páramos y manglares.

**Áreas inestables.** Las áreas para disposición final de residuos sólidos, no se deben ubicar en zonas que puedan generar asentamientos que desestabilicen la integridad de la infraestructura allí instalada, como estratos de suelos altamente compresibles, sitios susceptibles de deslizamientos y aquellos donde se pueda generar fenómenos de carsismo (Kárstico).

#### **2.1.1.2. Restricciones.**

Corresponden a las áreas donde si bien se pueden localizar, construir y operar rellenos sanitarios, se deben cumplir ciertas especificaciones y requisitos particulares, sin los cuales no es posible su ubicación, construcción y operación:

**Distancias al suelo urbano.** Dentro de 1.000 metros de distancia horizontal, con respecto al límite del área urbana o suburbana, incluyendo zonas de expansión y crecimiento urbanístico, distancia que puede ser modificada según los resultados de los estudios ambientales específicos.



**Proximidad a aeropuertos y aeródromos.** Se deberá cumplir con la normativa expedida sobre la materia por la Unidad Administrativa Especial de la Aeronáutica Civil o por la entidad que haga sus veces.

**Fuentes subterráneas.** La infraestructura instalada, deberá estar ubicada a una altura mínima de 5 metros por encima del nivel freático medido en periodo de lluvias.

**Zonas de amenaza por inestabilidad del terreno o inundación.** En la localización de áreas para disposición final de residuos sólidos, se deberá tener en cuenta que su ubicación no se efectúe en zonas de alta amenaza por inestabilidad del terreno o por inundación de acuerdo a la asignación del respectivo POT al área del proyecto.

**Zonas de riesgo sísmico.** En la localización de áreas para disposición final de residuos sólidos, se deberá tener en cuenta que su ubicación no se efectúe en zonas de alto riesgo sísmico de acuerdo a la microzonificación específica del área del proyecto. (Decreto 838 de 2005, 2005).

### ***2.1.1.3. Parámetros de diseño***

El Reglamento Técnico de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS), establece los parámetros de diseño y operación de los rellenos sanitarios, partiendo del método a utilizar para la operación del mismo y con base en las condiciones topográficas, geotécnicas e hidrogeológicas del sitio seleccionado para la disposición final de los residuos.

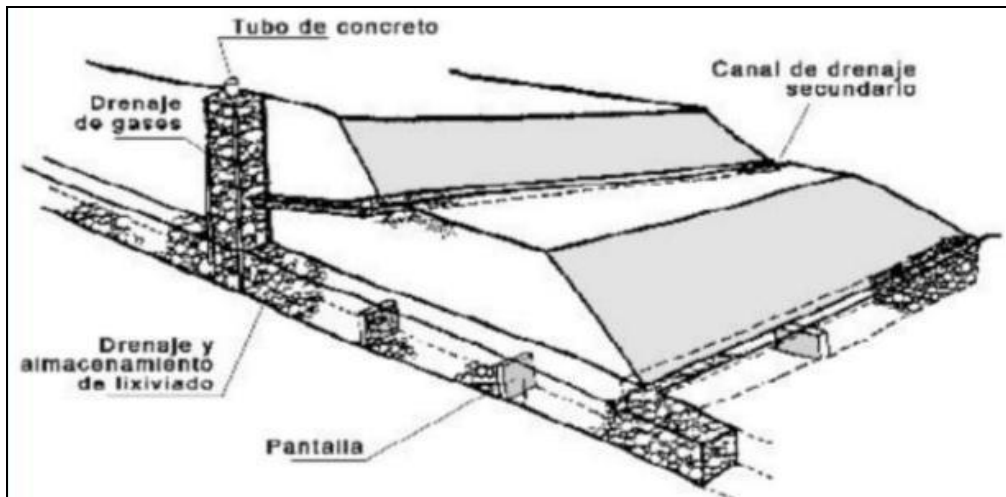
En este sentido, el RAS estipula 4 métodos operativos y estructurales de disposición final de residuos sólidos, los cuales pueden ser aplicados conforme a las condiciones geomorfológicas, climáticas y disponibilidad de insumos para el desarrollo normal de la actividad. (RAS, 2000)

#### **Método de zanja o trinchera**

Este método se recomienda en regiones planas. El material que se extrae debe colocarse a un lado de la zanja para utilizarlo como material de cobertura.

#### **Método de área**

Este método se recomienda en áreas relativamente planas, donde no es factible excavar trincheras para enterrar los residuos sólidos. Éstos pueden depositarse directamente sobre el suelo original, en cuyo caso el material de cobertura deberá ser importado de otros sitios o, si es posible, puede ser extraído de la capa superficial.

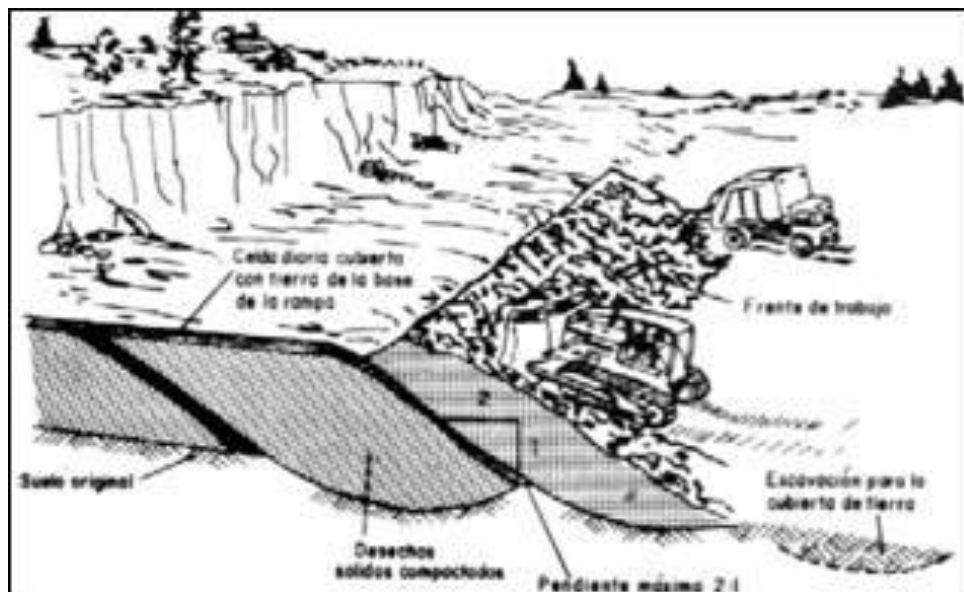


**Figura 1. Relleno Sanitario Tipo Área.**

Fuente: (Ambiente-Perú, 2015)

En la figura No 1, se aprecia el esquema de relleno sanitario tipo área, el cual se adapta para rellenar depresiones naturales o artificiales. El material de cobertura se excava de las laderas del terreno, procurando que sea lo más cerca posible para evitar sobre costos en el transporte.

### Método de rampa



**Figura 2. Relleno Sanitario tipo rampa**

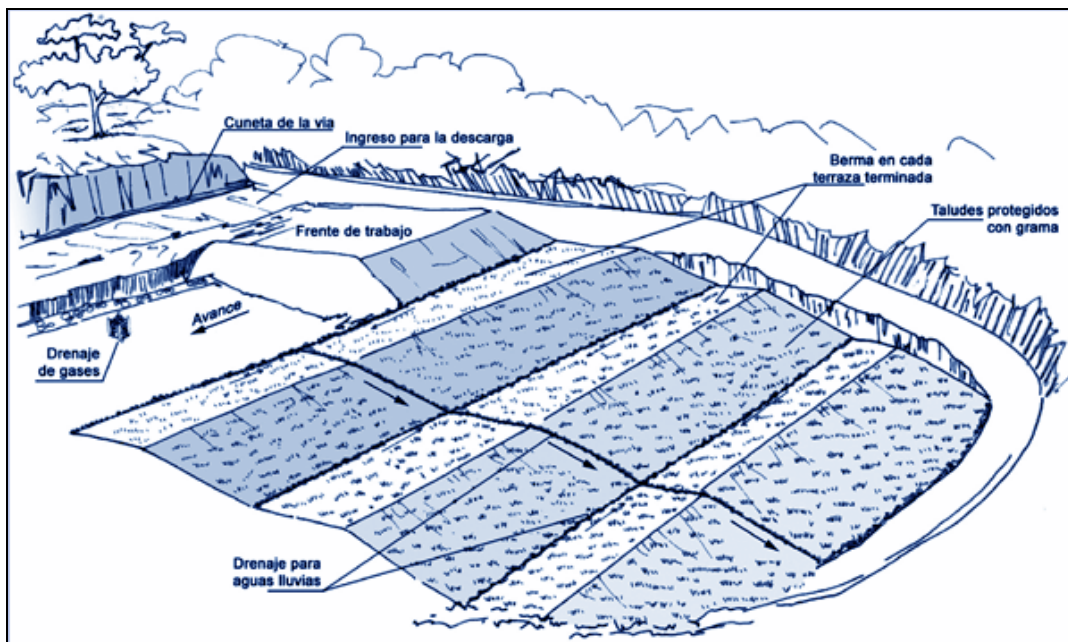
Fuente: (Sigea, 2015)

En la figura No 2, se percibe el esquema de relleno Sanitario tipo rampa, este método debe utilizarse en terrenos de pendiente moderada. Puede planearse de manera que se formen

escalones, haciendo pequeñas excavaciones para obtener el material de cubierta. Puede utilizarse para formar terrazas en terrenos de pendiente pronunciada.

### **Método combinado**

Los métodos de área y trinchera, por poseer técnicas similares de operación, pueden combinarse para obtener un mejor aprovechamiento del terreno y del material de cobertura y rendimientos en la operación. Si las condiciones topográficas lo permiten se pueden combinar los métodos.



**Figura 3. Relleno Sanitario Tipo Combinado.**

Fuente: (www.bvsde.paho.org)

En la figura No 3, se evidencia el esquema de relleno sanitario tipo combinado, el cual ilustra la combinación de los métodos de operación trinchera y área.

#### ***2.1.1.4. Criterios y metodología para la localización de áreas para disposición final de residuos sólidos, mediante la tecnología de relleno sanitario.***

El decreto 838 de 2005 compilado por el Decreto único reglamentario 1077 de 2015, establece en su artículo 2.3.2.3.2.2.4 la metodología para la localización de áreas para disposición final de residuos sólidos mediante la tecnología de relleno sanitario; la cual consiste en la evaluación topológica geoespacial del área de interés.

**Capacidad.** El área donde se ubicará el relleno sanitario, debe ser suficiente para permitir que la vida útil de este sea compatible con la producción proyectada de residuos sólidos a disponer en el mismo, considerando tanto el municipio receptor como aquellos ubicados dentro de un radio de 60 kilómetros del mismo. Por lo tanto, este criterio se calificará en función de la cantidad de residuos sólidos que se puedan disponer dando 0 puntos para una capacidad igual o menor a 0.5 veces la producción de residuos producidos en treinta (30) años, hasta 200 puntos para una capacidad igual o mayor a 1.5 veces la producción de residuos sólidos producidos en treinta años (30) años, calificándose en forma lineal a partir de 0.5 veces la producción de residuos producidos en los treinta (30) años.

***Tabla 1. Criterio de Calificación Capacidad.***

ASPECTO	CRITERIO DECALIFICACIÓN	PONDERACIÓN
Capacidad	Capacidad igual o menor a (0.5) veces la producción de residuos a 30 años.	0 Puntos
	Capacidad igual o mayor a (1.5) veces la producción de residuos sólidos producidos en 30 años.	< 200 puntos

**Fuente:** (MVCT, Decreto 1077, 2015)

**Ocupación actual del área.** Determina las actividades que actualmente se vienen realizando con el objeto de prever posibles impactos sobre la comunidad o los recursos naturales.

***Tabla 2. Criterio de Calificación Ocupación actual del Área.***

ASPECTO	CRITERIO DECALIFICACIÓN	PONDERACIÓN
Ocupación actual del área	Suelo Rural	80 Puntos
	Suelo Suburbano	40 Puntos
	Suelo Urbano	20 Puntos
	Otros suelos de protección	0 Puntos

**Fuente:** (MVCT, Decreto 1077, 2015)

**Accesibilidad vial.** Este criterio corresponde a la facilidad y economía que la persona prestadora del servicio público de aseo en el componente de recolección y transporte, tiene para llevar los residuos sólidos al área en que se efectuará dicha disposición final, mediante la tecnología de relleno sanitario.

**Tabla 3. Criterio de Calificación Accesibilidad Vial.**

ASPECTO	CRITERIO DE CALIFICACIÓN	PONDERACIÓN
Accesibilidad Vial	<b>Condiciones de Vías Principales</b>	
	Pavimentada	20 Puntos
	Sin Pavimentar	8 Puntos
	<b>Pendiente promedio de la vía principal</b>	
	0 - 3%	20 Puntos
	3.1 - 5%	12 Puntos
	5.1 - 7%	8 Puntos
	7.1 y Mayores	0 Puntos
	<b>Distancia de la vía de acceso</b>	
	0 - 5 KM	20 Puntos
	5.1 - 10 KM	12 Puntos
	10.1 a 15 KM	4 Puntos
	Mayores a 15 km	0 Puntos
	<b>Pendiente promedio de la vía de acceso</b>	
	0 - 3%	20 Puntos
	3.1 - 5%	12 Puntos
	5.1 - 7%	8 Puntos
	7.1 y Mayores	0 Puntos
	<b>Número de vías de acceso</b>	
	2 o mas vías	20 Puntos
	Una Vía	8 Puntos
	No hay Vías	0 Puntos
	<b>Condiciones de la vía de acceso</b>	
	Pavimentada	20 Puntos
	Afirmada	12 Puntos
	Carreteable	8 Puntos
	Trocha no Existe	0 Puntos

**Fuente:** (MVCT, Decreto 1077, 2015)

**Condiciones del suelo y topografía.** Este criterio determina las facilidades de construcción, operación y trabajabilidad en el área en que se efectuará dicha disposición final, mediante la tecnología de relleno sanitario.

**Tabla 4. Criterio de Calificación Condiciones del Suelo y Topografía.**

ASPECTO	CRITERIO DE CALIFICACIÓN	PONDERACIÓN
Condiciones del Suelo y Topografía	<b>Pendiente promedio del terreno</b>	
	0 - 3%	40 Puntos
	3.1 - 5%	30 Puntos
	5.1 - 7%	20 Puntos
	7.1 - 12%	10 Puntos
	12.1 % y mayores	0 Puntos
	<b>Facilidad para el movimiento de tierras del área en que se efectuará dicha disposición final</b>	
	Muy Facil	40 Puntos
	Facil	32 Puntos
	Regular	20 Puntos
	Difícil	12 Puntos
	Imposible	0 Puntos

**Fuente:** (MVCT, Decreto 1077, 2015)

**Distancia entre el perímetro urbano**, respecto del área para la disposición final de residuos sólidos, mediante la tecnología de relleno sanitario. Este criterio se asocia a los costos de transporte en que incurriría la persona prestadora del servicio público de aseo para llevar los residuos sólidos desde el perímetro urbano, incluida la zona de expansión urbana, al área en la que se efectuará la disposición final de residuos sólidos.

**Tabla 5. Criterio de Calificación Distancia Perímetro Urbano.**

ASPECTO	CRITERIO DE CALIFICACIÓN	PONDERACIÓN
Distancia entre el perímetro urbano	2 a 5 Km	140 Puntos
	5.1 a 10 Km	100 Puntos
	10.1 a 25 Km	60 Puntos
	25.1 a 50 Km	20 Puntos
	Mayores a 50 Km	0 Puntos

**Fuente:** (MVCT, Decreto 1077, 2015)

**Disponibilidad de material de cobertura**. Este criterio se asocia a los costos de transporte en que incurre la persona prestadora del servicio para obtener y llevar el material de cobertura necesario para dar cumplimiento a las especificaciones técnicas y ambientales en los procesos de operación diaria y cierre y clausura del relleno sanitario, calificado bajo dos subcriterios así:

**Tabla 6. Criterio de Calificación Disponibilidad de Material de Cobertura.**

ASPECTO	CRITERIO DE CALIFICACIÓN	PONDERACIÓN
Disponibilidad de material de cobertura	<b>Distancia del sitio de obtención de material de cobertura hasta el área de disposición</b>	
	0 a 2 Km	60 Puntos
	2.1 a 4 Km	40 Puntos
	4.1 a 6 Km	20 Puntos
	6.1 a 10 Km	10 Puntos
	Mayor a 10 Km	0 Puntos
	<b>Calidad del material de cobertura medida por su textura</b>	
	Recebo Granulado	40 Puntos
	Arcilla Arenosa	32 Puntos
	Limo arenosa	20 Puntos
	Arcilla	16 Puntos
	Limo Arcilla	8 Puntos
	Limos	0 Puntos

**Fuente:** (MVCT, Decreto 1077, 2015)

**Densidad poblacional en el área**. Este criterio determina la posible afectación de la población ubicada en el área de influencia directa del área en la que se efectuará la disposición de residuos sólidos:

**Tabla 7. Criterio de Calificación Densidad Población en el Área**

ASPECTO	CRITERIO DE CALIFICACIÓN	PONDERACIÓN
Densidad poblacional en el área	0 habitantes/hectárea a 2 habitantes/hectárea	40 Puntos
	2,1 habitantes/hectárea a 5 habitantes/hectárea	20 Puntos
	Mayor de 5 habitantes/hectárea	0 Puntos

**Fuente:** (MVCT, Decreto 1077, 2015)

**Incidencia en la congestión de tráfico en la vía principal.** Este criterio determina la incidencia que puede tener sobre el tráfico de la vía principal, el desplazamiento de los vehículos que transportarán desde el perímetro urbano hasta el del área en la que se efectuará la disposición de residuos sólidos, cuantificados así:

**Tabla 8. Criterio de Calificación Incidencia en la Congestión de Tráfico en la Vía Principal.**

ASPECTO	CRITERIO DE CALIFICACIÓN	PONDERACIÓN
Incidencia en la congestión de tráfico en la vía principal	Ninguna	40 Puntos
	Moderada	20 Puntos
	Grande	0 Puntos

**Fuente:** (MVCT, Decreto 1077, 2015)

**Distancias a cuerpos hídricos.** Este criterio establece la relación que tendrá el área en la que se efectuará la disposición final de residuos, respecto a las fuentes hídricas permanentes y superficiales existentes en la zona, cuantificándose de la siguiente forma:

**Tabla 9. Criterio de Calificación Distancia a Cuerpos Hídricos.**

ASPECTO	CRITERIO DE CALIFICACIÓN	PONDERACIÓN
Distancias a cuerpos hídricos	Mayor de 2.000 metros	60 Puntos
	1.000 metros a 2.000 metros	40 Puntos
	500 metros a 999 metros	20 Puntos
	50 metros a 499 metros	10 Puntos
	menor de 50 metros	0 Puntos

**Fuente:** (MVCT, Decreto 1077, 2015)

**Dirección de los vientos.** Este criterio determina la incidencia que puede tener la dirección de los vientos con respecto al casco urbano, en la operación de la infraestructura instalada en el área en que se efectuará la disposición final de residuos:

**Tabla 10. Criterio de Calificación Dirección de los Vientos.**

ASPECTO	CRITERIO DE CALIFICACIÓN	PONDERACIÓN
Dirección de los vientos	Dirección en sentido contrario al casco urbano más cercano	40 Puntos
	Dirección en sentido del casco urbano más cercano	0 Puntos

**Fuente:** (MVCT, Decreto 1077, 2015)

**Geoformas del área respecto al entorno.** Este criterio hace referencia a la incidencia que puede tener sobre el paisaje y el entorno, calificándose respecto a la zona urbana, la

operación de la infraestructura ubicada en el área en que se efectuará la disposición final de residuos.

***Tabla 11. Criterio de Calificación Geoformas del Área respe al Entorno.***

ASPECTO	CRITERIO DE CALIFICACIÓN	PONDERACIÓN
Geoformas del área respecto al entorno	Zona quebrada y encajonada	40 Puntos
	Zona en media ladera parcialmente encajonada	32 Puntos
	Zona en media ladera abierta	20 Puntos
	Zona plana y abierta	12 Puntos

**Fuente:** (MVCT, Decreto 1077, 2015)

**Restricciones en la disponibilidad del área.** Este criterio hace referencia a las restricciones del área en que se efectuará la disposición final de residuos.

***Tabla 12. Criterios de Calificación Restricciones en la Disponibilidad del Área.***

ASPECTO	CRITERIO DE CALIFICACIÓN	PONDERACIÓN
Restricciones en la disponibilidad del área	No existen restricciones	60 Puntos
	Existe una restricción	40 Puntos
	Existen dos restricciones	20 Puntos
	Existen más de dos restricciones	0 Puntos

**Fuente:** (MVCT, Decreto 1077, 2015)



## **2.2. MARCO CONCEPTUAL**

**Plan De Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS):** Es el instrumento de planeación municipal o regional que contiene un conjunto ordenado de objetivos, metas, programas, proyectos, actividades y recursos definidos por uno o más entes territoriales para el manejo de los residuos sólidos, basado en la política de gestión integral de los mismos, el cual se ejecutará durante un período determinado, basándose en un diagnóstico inicial, en su proyección hacia el futuro y en un plan financiero viable que permita garantizar el mejoramiento continuo del manejo de residuos y la prestación del servicio de aseo a nivel municipal o regional, evaluado a través de la medición de resultados (MVCT, 2013).

**Residuos Sólidos:** Es cualquier objeto, material, sustancia o elemento principalmente sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicios, que el generador presenta para su recolección por parte de la persona prestadora del servicio público de aseo. Igualmente, se considera como residuo sólido, aquel proveniente del barrido y limpieza de áreas y vías públicas, corte de césped y poda de árboles. Los residuos sólidos que no tienen características de peligrosidad se dividen en aprovechables y no aprovechables (MVCT, 2013).

**Plan de Manejo Ambiental:** Conjunto detallado de medidas y actividades que, producto de una evaluación ambiental, están orientadas a prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales debidamente identificados, que se causen por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad. Incluye los planes de seguimiento, monitoreo, contingencia, y abandono según la naturaleza del proyecto, obra o actividad (MAVCT, Decreto 2820 de 2010, 2010).

**Relleno sanitario:** El Decreto 838 de 2005 define Relleno Sanitario como el lugar técnicamente seleccionado, diseñado y operado para la disposición final controlada de residuos sólidos, sin causar peligro, daño o riesgo a la salud pública, minimizando y controlando los impactos ambientales y utilizando principios de ingeniería, para la confinación y aislamiento de los residuos sólidos en un área mínima, con compactación de residuos, cobertura diaria de los mismos, control de gases y lixiviados, y cobertura final (MAVCT, Decreto 838, 2005).

**Diagnóstico Ambiental de Alternativas:** El Diagnóstico Ambiental de Alternativas tiene como objeto suministrar la información para evaluar y comparar las diferentes opciones que presente el peticionario, bajo las cuales sea posible desarrollar un proyecto, obra o actividad. Las diferentes opciones deberán tener en cuenta el entorno geográfico y sus características ambientales y sociales, análisis comparativo de los efectos y riesgos inherentes a la obra o actividad, y de las posibles soluciones y medidas de control y mitigación para cada una de las alternativas (Ambientales, 2015).

### **2.3. MARCO CONTEXTUAL**

El área de estudio para la localización del relleno sanitario regional del sur occidente de Boyacá, se encuentra conformados por los municipios de Quípama, Muzo, Caldas, Coper y Buenavista, pertenecientes a la provincia occidental de Boyacá cuyas características geográficas, edafológicas, climáticas y demográficas guardan similitud entre sí. A continuación son descritas estas variables por municipio:

#### **Municipio de Quípama**

El Municipio de Quípama pertenece a la provincia de occidente del Departamento de Boyacá; se localiza en el flanco occidental de la cordillera de los Andes colombianos; la cabecera municipal está localizada a 5° 32' de latitud Norte y 74° 11' de longitud al Oeste del meridiano de Greenwich. El municipio cuenta con una extensión territorial aproximada de 18.300 hectáreas de las cuales 250 hectáreas se pueden considerar como urbanas. (Quípama).

#### **Municipio de Caldas**

El municipio está ubicado en el departamento de Boyacá, en la Provincia de Occidente, sobre la cordillera oriental. Cuenta con una extensión aproximada de 88 kilómetros cuadrados. Se halla a 5°. 33' 24' de Latitud Norte y a 73° 52' 08'' de Longitud Oeste. Está situado a 90 km de la ciudad de Tunja capital del departamento y a 9 km de la ciudad de Chiquinquirá cabecera de la provincia. Limita por el norte con Chiquinquirá, Pauna y Briceño; por el sur con Simijaca; por el Oriente con parte de Chiquinquirá y Simijaca y por el Occidente con Buenavista y Maripi. (Caldas)

#### **Municipio de Muzo**

Muzo pertenece a la provincia del Occidente del Departamento de Boyacá, las condiciones climáticas nos presentan una temperatura media de 26°C y de una precipitación media anual de 3.152. El Municipio de Muzo está ubicado en la Provincia de Occidente en el Departamento de Boyacá en las estribaciones de la Cordillera Oriental. La cabecera Municipal se localiza en las coordenadas Geográficas y una distancia de 178 Km., de la capital del Departamento (Tunja) y a 118 Km. de la capital de provincia que es Chiquinquirá (Muzo A. M.).

#### **Municipio de Buenavista**

El municipio de Buenavista está situado dentro de la provincia de Occidente de Boyacá, cuya capital provincial es el municipio de Chiquinquirá; posee una extensión de 125 Kilómetros cuadrados (12.500 Ha), una gran variedad climática, clara vocación agropecuaria, suelos fértiles, gran potencial hídrico y riquezas representadas en recursos naturales renovables y el medio ambiente.

Geográficamente se ubica en las estribaciones occidentales de la cordillera oriental de Colombia, con una topografía ondulada a quebrada. El centro urbano se localiza a 5 grados, 31 minutos, 0 segundos de latitud norte y 73 grados, 53 minutos de longitud oeste, a una altura de 2100 metros sobre el nivel medio del mar. Limita al Norte con los municipios de Caldas y Maripí, en el Departamento de Boyacá; al sur con los municipios de Coper (Boyacá) y Carmen de Carupa (Cundinamarca); al oeste con Caldas y Simijaca (Cundinamarca); y al oeste con Coper. (Buenavista)

### **Aspecto Demográfico**

Conforme la información registrada por el Departamento Nacional de Estadística (DANE) en el censo 2005, con proyección al año 2015, los 5 municipios pertenecientes a la provincia occidental del departamento de Boyacá, quienes dispondrían los residuos sólidos en el Relleno Sanitario Regional del Sur Occidente de Boyacá, presentó una población inferior a los 10.000 habitantes, siendo el municipio de Aquitania quien presenta una mayor población con un total de 6.329 habitantes y el municipio con menor población la del municipio de Caldas Boyacá con un total de 248 habitantes en cabecera municipal.

***Tabla 13. Proyección Población DANE 2015.***

<b>Municipio</b>	<b>Total</b>	<b>Cabecera</b>	<b>Rural</b>
Quípama	7.874	1.601	6.273
Buenavista	5.789	833	4.956
Caldas	3.638	248	3.390
Coper	3.663	763	2.900
Muzo	9.040	5.350	3.690

Fuente: Censo DANE 2005

### **Aspectos Geotécnicos**

La región occidente de Boyacá está conformada por la formación geológica Bloque Chiquinquirá - Arcabuco está localizado inmediatamente al oriente del bloque de Otanche y está limitado por la Falla de cabalgamiento de La Salina al occidente y la Falla inversa de Boyacá al oriente. En este bloque, la cobertura sedimentaria está deformada en una serie de pliegues anticlinales y sinclinales, apretados y estrechos, que se extienden regionalmente cubriendo parte de los departamentos de Cundinamarca, Boyacá y Santander, los cuales se encuentran localmente distorsionados por un tectonismo manifestado en una cuantas fallas normales y de rumbo, que generalmente los cortan, desplazan, limitan o acortan en sus flancos, puesto que en general mantienen una dirección sensiblemente paralela con los ejes de los pliegues (N30oE a N40oE).

En general son estructuras simétricas, de gran extensión longitudinal, cuyos ejes se orientan en dirección N30oE a N40oE, algunos de los cuales presentan inversión, generalmente en

uno de sus flancos, tales como el Anticlinal de Tinjacá que presenta una inversión en su flanco occidental. (Rodríguez, 2000).

### **Disposición final de Residuos Sólidos**

Conforme a información registrada en el Sistema Único de Información (SUI), por parte de la empresas prestadoras de servicios públicos del servicio de aseo y la Autoridad Ambiental competente (CORPOBOYACA), tal y como se evidencia en la tabla No 14, de los municipios pertenecientes a la provincia sur occidental del departamento de Boyacá, objeto de análisis en el presente documento, 3 realizan la disposición final de residuos sólidos en el relleno sanitario regional de Pírgua ubicado en el municipio de Tunja Boyacá, mientras que 2 de ellos realiza la disposición final de forma local adoptando celdas temporales y botaderos a cielo abierto, siendo esta último método, prohibido por el marco normativo ambiental vigente, toda vez que genera impacto ambiental y sanitario por propagación de vectores, generación de olores ofensivos y afectación de su entorno.

***Tabla 14. Sitio de disposición final de residuos sólidos.***

Corporación	Departament o origen de los residuos sólidos	Municipio origen de los residuos sólidos	Centro de poblado origen de los residuos sólidos	Nombre del sitio de disposición final de residuos sólidos	Departamento donde se encuentra ubicado el sitio de disposición final de residuos sólidos	Municipio donde se encuentra ubicado el sitio de disposición final de residuos sólidos	Centro donde se encuentra ubicado el sitio de disposición final de residuos sólidos	El municipio utiliza estación de transferenci a
CORPOBAYACA	BOYACA	QUIPAMA	QUIPAMA	BOTADERO SORQUE GRANDE	BOYACA	QUIPAMA	QUIPAMA	NO
CORPOBAYACA	BOYACA	MUZO	MUZO	RELLENO SANITARIO TUNJA	BOYACA	TUNJA	CHIQUEQUI RA	NO
CORPOBAYACA	BOYACA	COPER	COPER	CELDA TEMPORAL RESGUARDO	BOYACA	COPER	COPER	NO
CORPOBAYACA	BOYACA	BUENAVISTA	TUNJA	RELLENO SANITARIO TUNJA	BOYACA	TUNJA	TUNJA	NO
CORPOBAYACA	BOYACA	CALDAS	TUNJA	RELLENO SANITARIO TUNJA	BOYACA	TUNJA	TUNJA	NO

Fuente: (SSPD, 2014)

## 2.4. MARCO JURIDICO

NORMATIVIDAD RESIDUOS SOLIDOS	
Resolución MVCT 1045 de 2003	Esta resolución adopta la metodología para la elaboración de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS. Se encuentra en proceso de actualización como parte del Decreto 2981 de 2013.
Decreto 2981 de 2013 El cual deroga los Decretos 1713 de 2002, 1140 de 2003 y 1505 de 2003 y el Capítulo I del Título IV del Decreto 605 de 1996	Establece el Programa para la Prestación del Servicio de Aseo y ajusta las actividades del servicio público de aseo en (1) la Recolección, (2) el Transporte, (3) el Barrido, limpieza de vías y áreas públicas, (4) Corte de césped, poda de árboles en las vías y áreas públicas, (5) Transferencia, (6) Tratamiento, (7) Aprovechamiento, (8) Disposición final, y (9) Lavado de áreas públicas.
Decreto 838 de 2005	Establece los procedimientos para la planeación, construcción y operación de los sistemas de disposición final de residuos, con tecnología de relleno sanitario, como actividad complementaria del servicio público de aseo. Estableció la relación con el ordenamiento territorial para definir las áreas factibles para la ubicación de rellenos sanitarios, los criterios, metodología y restricciones específicos para identificar y evaluar dichas áreas; así como determina los instrumentos de control y monitoreo técnicos para la operación de los rellenos sanitarios.
Resolución 1390 del 2005, Resoluciones 1684 de 2008, 1822 de 2009, 1529 de 2010, Resolución 1890 de 2011.	Establece directrices y pautas para el cierre, clausura y restauración o transformación técnica a rellenos sanitarios y se fortalecen medidas de control sobre formas no adecuadas de disposición final.
Decreto 2436 de 2008	Promueve la regionalización de los rellenos sanitarios y determino que las autoridades ambientales, las personas prestadoras del servicio público de aseo y de la actividad complementaria de disposición final de residuos sólidos o las entidades territoriales, según el caso, no podrán imponer restricciones injustificadas para el acceso a los rellenos sanitarios y/o estaciones de transferencia de residuos sólidos.
Resolución 1096 de 2000 del Ministerio de Desarrollo Económico	Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS
MARCO NORMATIVO Y REGULATORIO SERVICIO PUBLICO DE ASEO	
Ley 142 de 1994 y sus modificatorias	Por la cual se establece la regulación de los servicios públicos domiciliarios y sus modificatorias en especial la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001.
Decreto 891 de 2002	Por medio del cual se reglamenta el artículo 9 de la Ley 632 de 2000 sobre los esquemas de prestación del servicio público domiciliario de aseo
Decreto 2436 de 2008	Por el cual se reglamenta parcialmente el artículo 101 de la Ley 1151 de 2007.
Resolución 120 de 2000 – CRA.	Por la cual se reglamenta la realización de aforos de residuos sólidos a los usuarios grandes productores por parte de las entidades prestadoras del servicio público domiciliario ordinario de aseo.
Resolución 3152 de 2004. Aeronáutica Civil.	Por la cual se adoptan normas relativas al peligro aviario como obstáculo para la seguridad de la aviación y se adicionan a la Parte Sexta de los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia.
Resolución 351 de 2005 Comisión Reguladora de Agua Potable y Saneamiento Básico	Por la cual se establecen los regímenes de regulación tarifaria a los que deben someterse las personas prestadoras del servicio público de aseo y la metodología que deben utilizar para el cálculo de las tarifas del servicio de aseo de residuos ordinarios y se dictan otras disposiciones.

Resolución 352 de 2005. Comisión Reguladora de Agua Potable y Saneamiento Básico.	Por la cual se definen los parámetros para la estimación del consumo en el marco de la prestación del servicio público domiciliario de aseo y se dictan otras disposiciones.
Resolución 1291 de 2006. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.	Por la que se establecen los términos de referencia para la elaboración del diagnóstico ambiental de alternativas – DAA para la construcción y operación de rellenos sanitarios.
Resolución 2009-40000-15085 de 2009. Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios –SSPD	Por la cual se unifica en un solo acto administrativo la normativa expedida en el sector de agua potable y saneamiento básico para el cargue de la información al sistema único de información (SUI).
Decreto 1077 de 26 de mayo de 2015	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio.
<b>NORMATIVIDAD ORDENAMIENTO TERRITORIAL</b>	
Ley 388 de 1997 y sus modificaciones	Entre otros aspectos, establece la evaluación de la factibilidad económica, social y ambiental de un área geográfica específica para que se convierta en un predio para la disposición final en rellenos sanitarios.
Ley 400 de 1997	Por la cual se adoptan normas sobre construcciones sismo-resistentes.
Decreto 3600 de 2007 modificado por el Decreto 4066 de 2008	Por el cual se reglamentan las disposiciones de las Leyes 99 de 1993 y 388 de 1997 relativas a las determinantes de ordenamiento del suelo rural y al desarrollo de actuaciones urbanísticas de parcelación y edificación en este tipo de suelo y se adoptan otras disposiciones.
Decreto 1469 de 2010 y sus modificaciones	Por el cual se reglamentan las disposiciones relativas a las licencias urbanísticas; al reconocimiento de edificaciones; a la función pública que desempeñan los curadores urbanos; a la legalización de asentamientos humanos constituidos por viviendas de Interés Social.
Decreto 926 de 2010.	Por el cual se establecen los requisitos de carácter técnico y científico para construcciones sismo resistentes NSR-10
Ley 1454 de 2011	Por la cual se dicta normas orgánicas sobre ordenamiento territorial y se modifican otras disposiciones.

### **3. METODOLOGIA DE TRABAJO**

Para determinar la localización de un relleno sanitario regional, como alternativa para la disposición final de residuos sólidos generados por los municipios de Quipama, Muzo, Coper, Caldas y Buenavista, pertenecientes de la Provincia Occidente del departamento Boyacá, fue necesario realizar un diagnóstico preliminar de la región, tomando como información base la registrada por CORPOBOYACA en el Sistema Único de Información (SUI), así como el informe de disposición final de residuos sólidos realizado por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios en la vigencia 2014, la cual permitió identificar las características de los sitios de disposición final de residuos sólidos empleados por los prestadores del servicio público, número total de suscriptores atendidos y producción de residuos sólidos anuales.

Una vez surtida la fase de diagnóstico, tomando como línea base los parámetros de diseño y localización de un relleno sanitario, dispuestas en el Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS) y en el Decreto 838 de 2005, compilado por el Decreto 1077 de 2015, se procedió a realizar los cálculos respectivos para determinar la demanda proyectada a 30 años, realizando el cálculo de proyección poblacional mediante los métodos geométrico y exponencial, empleando el censo realizado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) en el año 2005, información que sumada a los valores asignados a la producción per cápita por nivel de complejidad a los municipios vinculados al proyecto, permitió establecer las toneladas a disponer en el periodo, insumo primordial para establecer el dimensionamiento del proyecto.

En cuanto al dimensionamiento del proyecto, se tomó como línea base lo dispuesto en el Reglamento Técnico de Agua Potable y Saneamiento Básico en el artículo 6.7.5 del Título F, el cual dispone que para el dimensionamiento de la celda de disposición final se deban tener en cuenta la colocación de los residuos sólidos, compactación y material de cobertura inmediata. En tal sentido ya con el cálculo de la población y producción per cápita de residuos sólidos proyectada a 20 años, fue identificado que la disposición final de residuos sólidos en dicho sitio no superaría las 15 toneladas / día, situación que permitiría el método de operación manual, conforme a lo señalado en el RAS.

Una vez definido el tipo de operación del relleno sanitario, fueron tomados en consideración la altura máxima que debe tener una celda de disposición diaria incluida el material de cobertura, factor que al multiplicarse por la cantidad de residuos sólidos producidos y el factor de compactación manual, dan como resultado el volumen requerido. Acto posterior, con el valor resultante de volumen, fue calculado el área del proyecto, valor de referencia para determinar la localización del sitio de disposición final siguiendo los lineamientos prohibiciones y restricciones del Decreto 1077 de 2015.

Así las cosas, con el fin de establecer la ubicación del sitio de disposición final de residuos sólidos que genere un menor impacto ambiental, social y económico a la región, fue empleada la herramienta denominada Tremarctos Colombia 3.0, por medio de la cual se estableció el polígono de impacto del proyecto, lo anterior con el fin de identificar la posible afectación que puede llegar a tener la formulación, construcción y posterior operación del sitio de disposición final, ante ecosistemas estratégicos y fuentes hídricas superficiales.

Otro criterio empleado para la ubicación del relleno sanitario, fue la localización de la centralidad del polígono, para lo cual fue empleada la herramienta Google Maps, lo anterior con el fin de localizar la mejor alternativa a nivel económica para los operadores del servicio público de aseo en cuanto a la distancia a recorrer del punto de recolección, al sitio de disposición final de residuos sólidos. A su vez, las imágenes satelitales, permitieron identificar el uso actual de los terrenos susceptibles a la intervención y distancia del centro poblado, situación que garantiza el cumplimiento de los parámetros definidos por el marco normativo y regulatorio.

Surtida la identificación del polígono de afectación del proyecto y la centralidad del mismo, fueron tomadas como alternativas de localización del proyecto los municipios de Coper y Quipama Boyacá, la primera de ellas ubicada en la centralidad del polígono de afectación y la segunda, tomada en consideración, por ser el municipio con mayor población residente por consiguiente la que genera mayor cantidad de residuos sólidos a disponer. Es pertinente señalar que para los municipios de Buenavista, Caldas y Muzo no fue posible capturar información primaria y secundaria como lo es el anexo técnico de sus Planes Básicos de Ordenamiento Territorial (PBOT), insumo requerido para el análisis de compatibilidad del suelo para el proyecto.

Con las alternativas de localización previstas, empleando el método cualitativo de evaluación de impactos denominado Matriz de Leopold, fueron evaluados los impactos ambientales de dos alternativas definidas.



## 4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### 4.1. Parámetros de diseño

#### 4.1.1. Proyección Poblacional

Con el fin de determinar la demanda proyectada del Relleno Sanitario Regional como alternativa de disposición final de residuos sólidos, se procedió a realizar la proyección poblacional de los municipios de Quípama, Muzo, Coper, Buenavista y Caldas, siguiendo los métodos geométricos y exponenciales para establecer el número de habitantes al 2045, así mismo, fue determinada la producción per cápita de residuos sólidos, conforme al nivel de complejidad siguiendo los lineamientos del RAS.

Tomando como línea base el censo DANE 2005, fue realizado el cálculo de proyección poblacional al año 2045, de los municipios asociados al presente proyecto.

A continuación, son relacionados el número total de habitantes proyectados al año 2045, siguiendo los métodos geométrico y exponencial.

***Tabla 15. Proyección Poblacional año 2045.***

Municipio	Población Proyectada Año 2045	
	Geométrico	Exponencial
Quípama	14747.4	14747.4
Muzo	12466.2	12466.2
Coper	1777.1	1777.1
Buenavista	1941	1941.8
Caldas	566	567

Fuente: CENSO DANE 2005

De la información registrada en la Tabla No 15, se evidencia que los municipios de Quípama y Muzo respectivamente, son los que presentan una mayor población, situación que se traduce en una mayor cantidad de residuos sólidos a disponer en el relleno sanitario. Así mismo, se identifica que el municipio de Caldas Boyacá es quien presenta una menor población.

#### 4.1.2. Producción Per Cápita (PPC)

Conforme a lo establecido en el Título F del Reglamento Técnico de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS), a nivel de pre diseño del sistema de disposición final de residuos sólidos, deben ser considerados los niveles de complejidad de las áreas de prestación

de servicio público, en función a la población atendida, con el fin de establecer la Producción Per Cápita (PPC) de residuos sólidos recolectado a disponer.

**Tabla 16. Asignación Nivel de Complejidad.**

<i>Nivel de complejidad</i>	<i>Población en la zona urbana (habitantes)</i>	<i>Valor mínimo</i>	<i>Valor Máximo</i>	<i>Valor Promedio</i>	<i>Valor a utilizar (Kg/Habitante/día)</i>
Bajo	<2500	0.3	0.75	0.45	0.3
Medio	2501 a 12500	0.3	0.95	0.45	0.7
Medio Alto	12501 a 60000	0.4	1	0.53	1
Alto	>60000	0.44	1.1	0.79	1.1

**Fuente:** (RAS, 2000)

Así mismo, con el fin de establecer una base de cálculo ajustada a la demanda actual, partiendo de la información reportada en el Sistema Único de Información (SUI), en el formulario “Toneladas de barrido y recolección y transporte” para la vigencia 2015, por parte de las empresas prestadoras de servicios públicos de aseo de los municipios de Quipama, Coper, Muzo, Caldas y Buenavista Boyacá, fue calculada la producción per cápita, tomando el valor registrado para el total de toneladas dispuestas en el mes y en el número total de habitantes por municipio, conforme a la proyección población del Censo DANE, tal y como se registra en la tabla No 16.

**Tabla 17. Producción de residuos sólidos reportados en el SUI.**

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	TONELADAS DE BARRIDO RECOGIDAS EN LA ZONA URBANA	TONELADAS DE BARRIDO RECOGIDAS EN LA ZONA RURAL	TONELADAS DE BARRIDO DISPUESTAS PROVENIENTES DE LA ZONA URBANA	TONELADAS DE BARRIDO DISPUESTAS PROVENIENTES DE LA ZONA RURAL	TONELADAS DEL SERVICIO ORDINARIO DE LA ZONA URBANA	TONELADAS DEL SERVICIO ORDINARIO DE LA ZONA RURAL	TOTAL DE TONELADAS DISPUESTAS	PRODUCCION PER CAPITA (Kg hab/día)
BOYACA	COPER	0.72	0	0.72	0	7	0	7	0.3
BOYACA	MUZO	6.9	0	6.9	0	71.44	0	71.44	0.44
BOYACA	CALDAS	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
BOYACA	BUENAVISTA	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
BOYACA	QUIPAMA	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

**Fuente:** (SSPD, 2014)

Ahora bien, como se evidencia en la tabla No 17, las empresas de servicios públicos de aseo de los municipios de Caldas, Buenavista y Quipama Boyacá, no registraron información actualizada sobre este ítem, situación que no permitió estimar la producción per cápita ajustada, en cuanto a los municipios de Coper concuerda con la estimación definida por el RAS y que la producción estimada para el municipio de Muzo se encuentra ligeramente por debajo a la estimada en el reglamento técnico.

Teniendo en cuenta lo anterior y en vista que no existe información primaria o secundaria disponible que permita establecer la generación diaria de residuos sólidos por habitante en

la totalidad de municipios vinculados al proyecto, fueron tomados los valores estimados por el RAS, como información base para realizar los cálculos de diseño.

En este sentido, partiendo de la población proyectada, fue calculada la PPC para los municipios de Quípama, Muzo, Coper, Buenavista y Caldas Boyacá, partiendo del nivel de complejidad asignado por número total de habitantes, tal y como está registrado en la tabla No 18, en función a la proyección poblacional al año 2045.

***Tabla 18. Generación de Residuos Sólidos Proyectados.***

<b>Año</b>	<b>Quípama Kg / Año</b>	<b>Muzo Kg / Año</b>	<b>Coper Kg / Año</b>	<b>Buenavista Kg / Año</b>	<b>Caldas Kg / Año</b>	<b>Total</b>
2015	1594908	1348200	82404	89964	26244	3141720
2020	1836393	1552331	94881	103585	30218	3617408
2025	2114441	1787369	109247	119269	34793	4165119
2030	2434589	2057995	125788	320432	40061	4978864
2035	2803210	2369596	144833	368948	46126	5732713
2040	4610919	2728376	166762	424811	53110	7983979
2045	5309059	3141480	192012	489131	61152	9192833

Fuente: Cálculos realizados por el autor

Como resultado de lo anterior se identificó que al año 2045, serán dispuestas un total de 166.008 toneladas de residuos sólidos, tonelaje que incide en los parámetros de diseño del relleno sanitario, área de exposición y tipo de operación.

#### **4.1.3. Diseño de la Celda de Disposición final**

El Reglamento Técnico de Agua Potable y Saneamiento Básico, en su título F en el artículo 6.7.5, establece el diseño de la celda de disposición final, partiendo de parámetros de dimensionamiento, colocación de los residuos sólidos, Compactación y material de cobertura inmediata.

A su vez define que la compactación manual en un relleno sanitario, solo se podrá realizar en rellenos sanitarios con una disposición diaria igual o menor a 15 toneladas por día, empleando rodillos, y las superficies laterales deberán ser compactadas por medio de piones de mano hasta darles uniformidad. El esparcimiento y compactación deben realizarse en capas inclinadas con una pendiente 1:3 (V:H), lo cual proporcionará mayor grado de compactación, mejor drenaje superficial, menor consumo de tierra y mejor estabilidad del relleno. La superficie final debe tener una pendiente comprendida entre el 2 % y el 3 %.

En rellenos sanitarios con una disposición final mayor a 15) toneladas por día, la compactación deberá realizarse con equipo pesado y en concordancia con las especificaciones definidas por el diseñador y con un número mínimo de pasadas de tres a cuatro por capa hasta alcanzar densidades de mínimo 0,85 Kg/m<sup>3</sup>. (RAS, 2000)

Partiendo de los resultados obtenidos, en cuanto proyección poblacional y de residuos sólidos a disponer en el relleno sanitario regional, se identifica, que si bien es cierto en los primeros 20 años del proyecto, la disposición final de residuos sólidos diaria no superara las 15 toneladas, es pertinente establecer la operación del sitio de disposición final de forma manual, para la localización, compactación y cubrimiento de los residuos sólidos.

#### 4.1.4. Dimensionamiento del Proyecto

El Reglamento Técnico de Agua Potable y Saneamiento Básico, define la celda diaria de disposición final de residuos sólidos, como el área donde se esparcen y compactan los residuos sólidos durante un día para cubrirlos al final del mismo. Por lo tanto, el diseñador, con base en la producción diaria de residuos, el método de disposición final y el sistema de compactación de los residuos sólidos, deberá definir la altura, ancho, profundidad, longitud y pendiente de cada celda diaria en el sitio de disposición, de tal forma que se prevea la cantidad de material de cobertura necesario para ser cubierta al final de cada día de operación.

Para rellenos sanitarios con compactación manual, la altura de la celda diaria (incluidos residuos sólidos a disponer y cobertura diaria) no deberá ser mayor de 1,80 m y para rellenos con compactación mecánica de 3,30 m. (RAS, 2000).

Así mismo, fue necesario evaluar el volumen de residuos sólidos a disponer de forma diaria y anual, con el fin de establecer el área total requerida para la ejecución del relleno sanitario, partiendo de la siguiente formula:

$$V_{\text{diario}} = DS_p / D_{\text{rsm}}$$

$$V_{\text{anual}} = V_{\text{diario}} \times 365$$

Dónde:

$V_{\text{diario}}$  = Volumen de desechos sólidos a disponer en un día (m<sup>3</sup>/día)  
 $V_{\text{anual}}$  = Volumen de desechos sólidos en un año (m<sup>3</sup>/año)  
 $DS_p$  = Cantidad de desechos sólidos producidos (kg/día)  
 365 = Equivalente a un año (días)  
 $D_{\text{rsm}}$  = Densidad de los desechos sólidos recién compactados, (400-500 kg/m<sup>3</sup>) y estabilizados (500-600 kg/m<sup>3</sup>) (Ambiente, 2015)

Partiendo de la anterior formula, se determinó el volumen proyectado requerido para la disposición final de residuos sólidos, información que sirve insumo para establecer el área requerida para el proyecto.

**Tabla 19. Estimación volumen diario y anual proyectado.**

<b>Año</b>	<b>Residuos a Disponer (Kg/Año)</b>	<b>V diario (m3)</b>	<b>V Anual (m3)</b>
2015	3141720	17,2	6283,4
2020	3617408	19,8	7234,8
2025	4165119	22,8	8330,2
2030	4978864	27,3	9957,7
2035	5732713	31,4	11465,4
2040	7983979	43,7	15968,0
2045	9192833	50,4	18385,7

Fuente: Cálculos realizados por el autor

Con el volumen calculado, se puede estimar el área requerida para la construcción del relleno sanitario manual, partiendo de la altura máxima permisible establecida en el RAS para relleno manuales de 1.80 m por celda.

La estimación del área requerida, fue realizada conforme a la siguiente formula:

$$A_{RS} = V_{RS}/H_{RS}$$

Dónde:

$V_{RS}$  = Volumen necesario del relleno sanitario manual (m<sup>3</sup>/año)

$A_{RS}$  = Área a rellenar sucesivamente (m<sup>2</sup>)

$H_{RS}$  = Altura o profundidad media del relleno sanitario manual (m)

En la tabla No 20 se registra el área requerida para la disposición final de residuos sólidos por año, demandando para el año 2045 un área de 10.2 hectáreas.

**Tabla 20. Área Requerida proyectada.**

<b>Año</b>	<b>Residuos a Disponer (Kg/Año)</b>	<b>V diario (m3)</b>	<b>V Anual (m3)</b>	<b>Área Requerida (m2)</b>
2015	3141720	17,2	6283,4	3490,8
2020	3617408	19,8	7234,8	4019,3
2025	4165119	22,8	8330,2	4627,9

2030	4978864	27,3	9957,7	5532,1
2035	5732713	31,4	11465,4	6369,7
2040	7983979	43,7	15968,0	8871,1
2045	9192833	50,4	18385,7	10214,3
Total	166008488,8	909,6	332017,0	184453,9

Fuente: Cálculos realizados por el autor

Partiendo del cálculo total de residuos sólidos a disponer, correspondiente a 166.008 toneladas con una proyección de 30 años y teniendo en cuenta los cálculos previos en cuanto volumen y área, el relleno sanitario regional del sur occidente de Boyacá requeriría un total de 184.5 hectáreas.

Es pertinente aclarar que el área requerida para el relleno sanitario, puede variar de acuerdo al tipo de sistema que se implementara, el cual será determinado a partir de las condiciones topográficas del área de estudio. El anterior cálculo, parte del diseño de un relleno sanitario tipo trinchera, donde se evalúa la implementación de celdas con profundidad máxima de 1.80 m, donde no hay sobre posición celdas. En este sentido, el área requerida para la instalación del sitio de disposición final puede variar, de acuerdo al método de operación y la topografía de la zona.

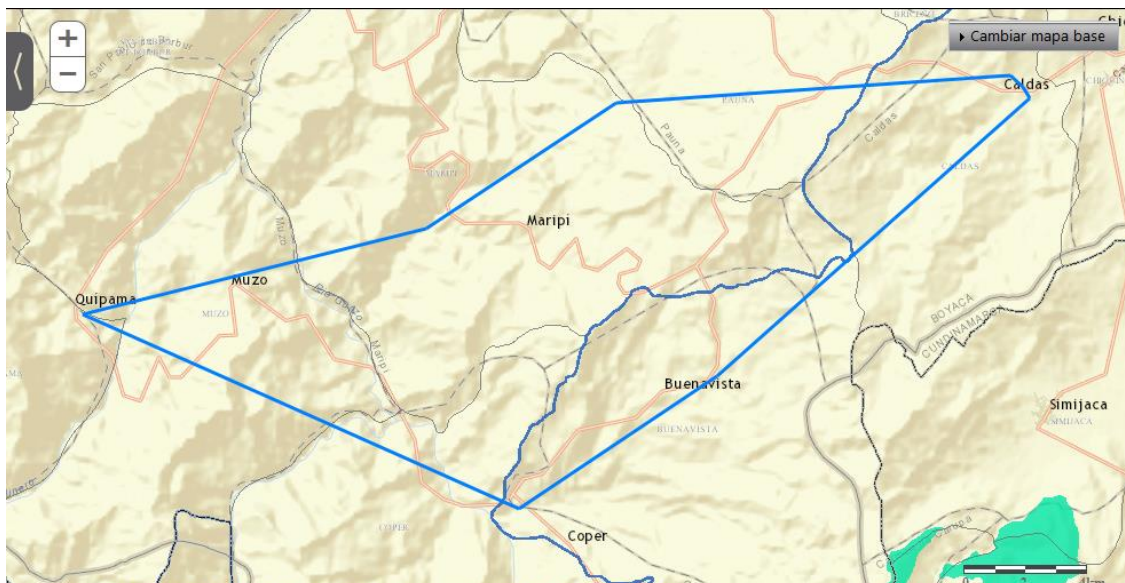
## 4.2. Descripción General de las Alternativas de Localización del Proyecto

Con el fin de establecer la ubicación del relleno sanitario regional en la provincia Occidental del departamento de Boyacá, se tuvieron en cuenta las prohibiciones y restricciones que establece el Decreto 1077 de 2005, así como los parámetros de diseño de rellenos sanitarios del Reglamento Técnico de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS).

Adicionalmente, fueron tomados aspectos inherentes en la ubicación del relleno sanitario, partiendo de las particularidades de la región en cuanto a vías intermunicipales y tiempos de desplazamiento entre los municipios, lo anterior buscando eficiencia económica de las partes involucradas, buscando la reducción de costos operacionales de las empresas prestadoras del servicio público de aseo, en el componente de transporte de residuos sólidos del punto de generación al punto de disposición final.

## 4.3. Ubicación del Proyecto

La provincia Occidental del departamento de Boyacá presenta una malla vial deficiente, toda vez que las vías existentes, se encuentran sin pavimentación y para el caso específico de la región sur occidental, donde se encuentran ubicados los municipios de Quípama, Muzo, Coper, Caldas y Buenavista, su vía de intercomunicación y salida a la capital provincial, es de orden terciaria, caracterizándose por ser angosta y sin pavimentación, situación que interfiere de forma directa con la actividad de transporte de residuos sólidos, dificultando la movilidad de los camiones compactadores por limitaciones en el margen de la banca.





#### **Figura 4. Área de influencia Relleno Sanitario Regional**

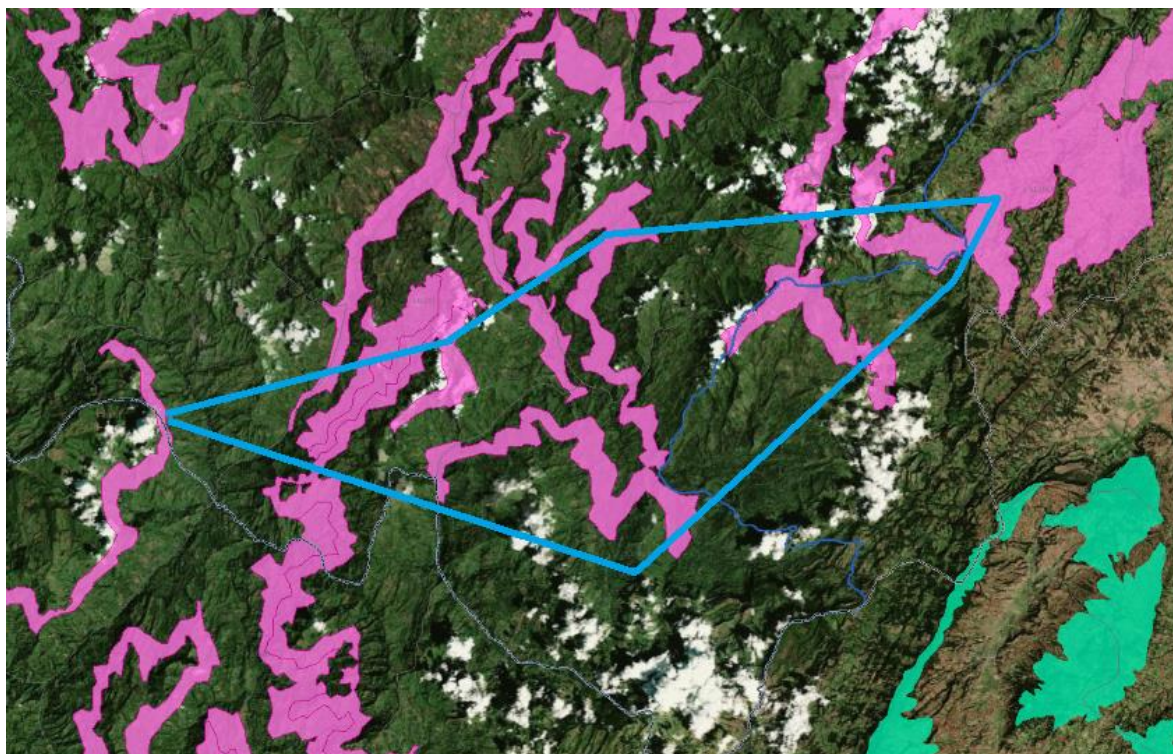
Fuente: (TREMARCTOS COLOMBIA 3.0, 2015)

Teniendo en cuenta lo anterior y buscando una alternativa viable a nivel ambiental, social y económico, las alternativas de localización a evaluar, se encontraran ubicadas geográficamente en esta misma región.

Por otra parte, con el fin de identificar la susceptibilidad de los componente biótico y social de la provincia occidente del departamento de Boyacá ante la intervención de un macro proyecto, como lo es la construcción y puesta en funcionamiento de un relleno sanitario regional, fue consultada la herramienta Tremarctos Colombia 3.0, con el fin de ubicar geográficamente las zonas que presentan mayor sensibilidad.

##### **4.3.1. Alertas Tempranas de Bio-diversidad.**

Conforme a información capturada en Tremarctos Colombia 3.0, el área de interés para la localización del relleno sanitario regional de la provincia occidente del departamento de Boyacá, presenta un bajo nivel de complejidad, en cuanto a ecosistemas estratégicos, como lo son los complejos de paramos, reservas forestales y parques naturales. En la figura No 4 se identifica el área influencia del proyecto, y la localización geografía de las áreas de sensibilidad biótica de la provincia.





- Área de Distribución de especies sensibles
- Complejo de Paramos

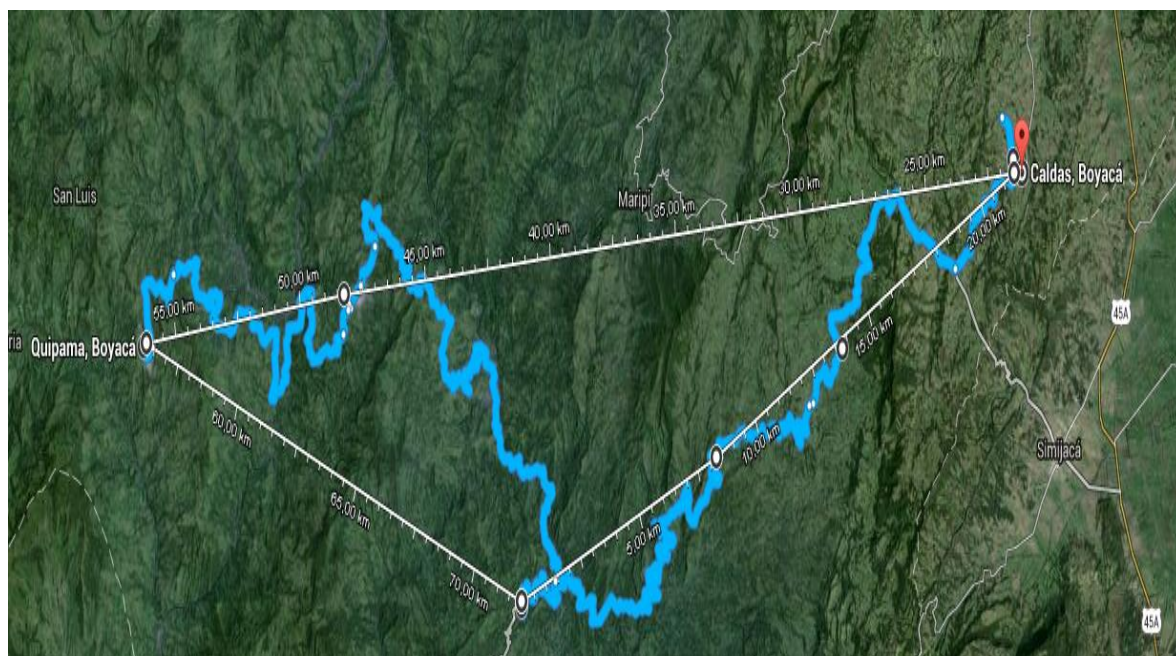
**Figura 5. Área de sensibilidad biótica.**

Fuente: (TREMARCOS COLOMBIA 3.0, 2015)

La provincia occidente de Boyacá no presenta ecosistemas de alta sensibilidad consolidada, no obstante, presenta una alta participación de especies sensibles, las cuales se ubican de forma dispersa en concordancia con las fuentes hídricas superficiales que comprenden la provincia, conformando bosques de galería que conservan especies endémicas de alta susceptibilidad, factor que será determinante en la localización del relleno sanitario regional.

#### 4.3.2. Alternativa de localización No 1 Municipio de Coper

Geográficamente ubicado al margen occidental de los municipios de Quípama y Muzo y al margen oriental de los municipios de Buenavista y Caldas Boyacá, el municipio de Coper se constituye en la centralidad de esta región, situación que garantiza disminución de los tiempos de desplazamiento a incurrir por parte de las empresas prestadoras del servicio público de aseo en la actividad de transporte de residuos sólidos del sitio de origen al sitio de disposición final, lo que se traduce en la equidad de los costos operativos incurridos por los operadores del servicio de aseo.



**Figura 6. Ubicación Relleno Sanitario, Coper – Boyacá**

Fuente: (Maps)

En la tabla No 21 se encuentra relacionada la distancia existente entre el perímetro urbano de los municipios vinculados al proyecto, con el perímetro urbano del municipio de Coper Boyacá, lugar donde se proyecta la localización del relleno sanitario.

**Tabla 21. Equidistancia perímetro urbano sitio de disposición final de residuos sólidos.**

Municipio	Distancia (Km)
Quípama	48.7
Muzo	27.6
Buenavista	29.5
Caldas	45.9

Fuente: Google Maps

#### 4.3.2.1. Localización Relleno Sanitario Regional

Tomando como línea base el Sistema de Información de Alertas Tempranas (Tremarctos Colombia 3.0) y los lineamientos de ubicación de los rellenos sanitarios que establece el Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS), se determinó la localización del relleno sanitario regional, al costado Suroccidental del casco urbano del municipio de Coper, dado que esta zona no presenta la vinculación de ecosistemas estratégicos, especies sensibles y/o presencia de cuerpos de agua superficiales cercanos, tal y como se evidencia en la figura No 6.



**Figura 7. Alternativa de Localización Relleno Sanitario No 1.**

Fuente: (TREMARCTOS COLOMBIA 3.0, 2015)

Adicionalmente, como se puede observar en la figura No 22, la ubicación del relleno sanitario a una distancia no superior a 2 km de la vía que comunica el casco urbano del municipio de Coper con el centro poblado de Camancha, permite que los vehículos empleados en el transporte de residuos sólidos por las empresas prestadoras del servicio público de aseo de los municipios de Quipama, Muzo, Buenavista y Calda, ingresen al sitio de disposición final de forma ágil, sin necesidad de realizar nuevas intervenciones en el área para la destinación de vías de acceso.

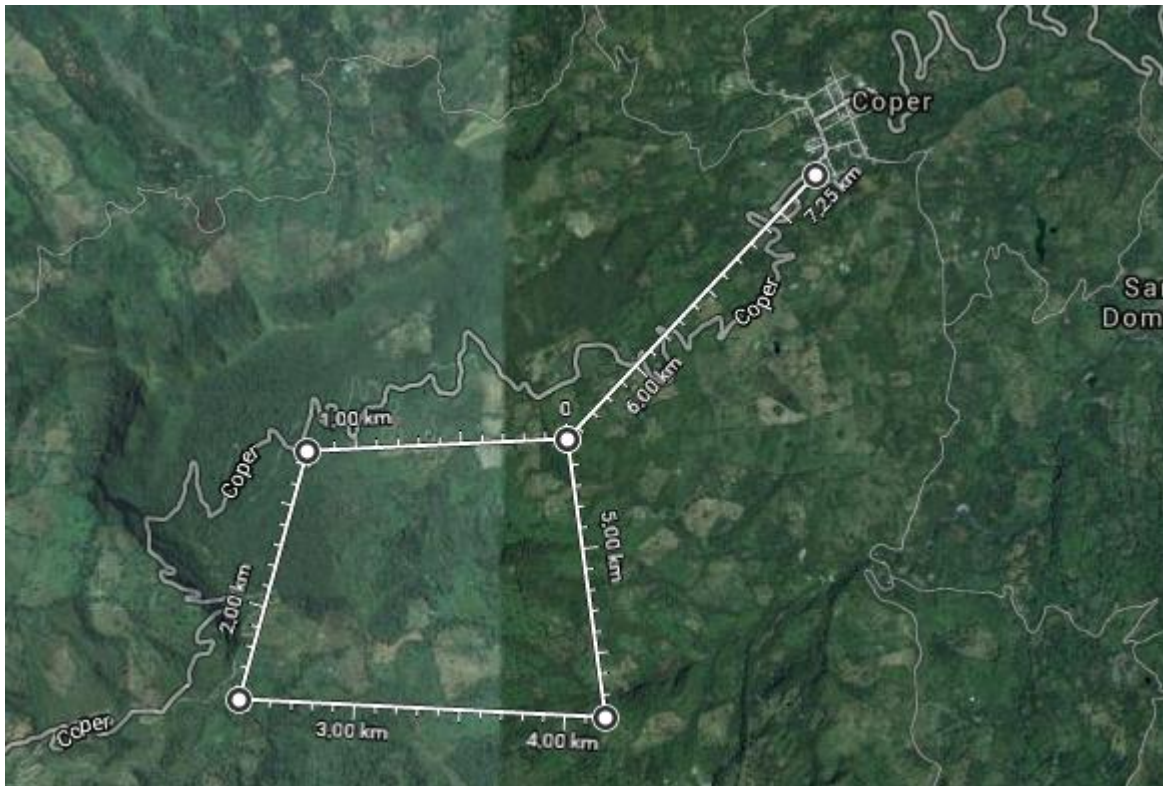
***Tabla 22. Criterios de ubicación del Relleno Sanitario (RAS)***

CRITERIO	PARÁMETRO	UBICACIÓN DEL PROYECTO
<b>PROHIBICIÓN</b>		
Fuente Superficiales	500 mt	5.000 mts
Fuentes Subterráneas	Zona de Recarga de Acuífero	NO
Hábitat Naturales Críticos		NO
Áreas de Fallas Geológicas		NO
Áreas Inestables		NO
<b>RESTRICCIÓN</b>		
Distancia de Suelo Urbano	1.000 mts	2.500 mts
Proximidad de aeropuerto	1.000 mts	75.000 mts
Fuentes Subterráneas	Nivel freático < 5 mts	Nivel freático > 5 mts
Zonas de Amenaza por Inestabilidad		NO
Zona de Riesgo Sísmico		NO

Fuente: (RAS, 2000)

El relleno sanitario, será ubicado a una distancia superior a 1000 metros del perímetro urbano del municipio de Coper Boyacá, en una zona de baja pendiente lo cual facilita la implementación de un relleno sanitario tipo trinchera operado de forma manual. Adicionalmente, tal y como se puede observar en la tabla No 22, la ubicación del relleno sanitario sugerida, cumple con los criterios de prohibición y restricción contemplados en el Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS).





**Figura 8. Imagen satelital Ubicación Relleno Sanitario Regional, alternativa No 1.**

Fuente: (Maps)

De la figura anterior es pertinente señalar que el hexágono, es una representación gráfica de la ubicación del relleno sanitario y que bajo ninguna circunstancia corresponde a criterios de construcción del sitio de disposición final de residuos sólidos.

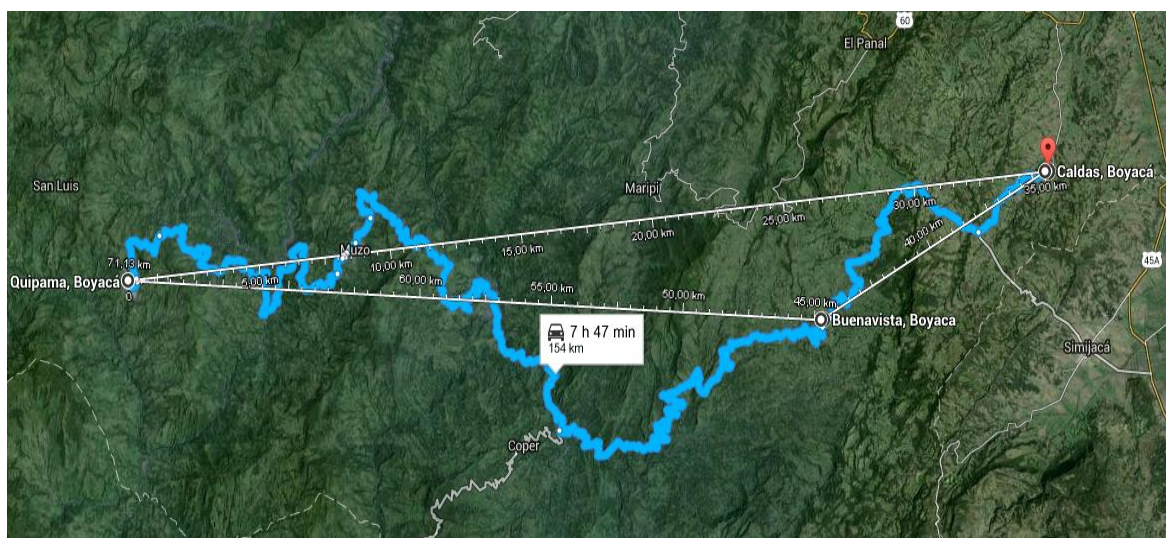
En cuanto al actual uso del suelo, tal y como se evidencia en la figura No 7, la zona delimitada para la ubicación del proyecto, presenta una alta vocación agropecuaria, situación identificada por la parcelación que presenta el terreno e implantación de pastos para ganado. Este factor será tomado en cuenta en la valoración del impacto ambiental y compatibilidad con el uso del suelo.

Así mismo, no se identifica la presencia de cuerpos de agua superficiales que puedan verse afectados por la construcción y posterior operación del relleno sanitario. La localización del sitio de disposición final se encuentra a una distancia de 1.6 km del perímetro urbano del municipio de Coper, tal y como se evidencia en la figura No 8.

#### **4.3.3. Alternativa de localización No 2**

Geográficamente ubicado al margen extremo occidental del área de influencia del proyecto, el municipio de Quipama se constituye como el municipio más distante de la capital de provincia, siendo esta el municipio de Chiquinquirá, situación que suscita incremento de los

tiempos de desplazamiento a incurrir por parte de las empresas prestadoras del servicio público de aseo en la actividad de transporte de residuos sólidos del sitio de origen al sitio de disposición final, siendo los municipios de Buenavista y Caldas los más afectados por dicha situación, tal y como se evidencia en la tabla No 10.



**Figura 10. Ubicación Relleno Sanitario Regional, Quipama Boyacá**  
Fuente: (Maps)

**Tabla 23. Equidistancia perímetro urbano sitio de disposición final de residuos sólidos.**

Municipio	Distancia (Km)
Muzo	21.1
Coper	48.7
Buenavista	78.2
Caldas	94.6

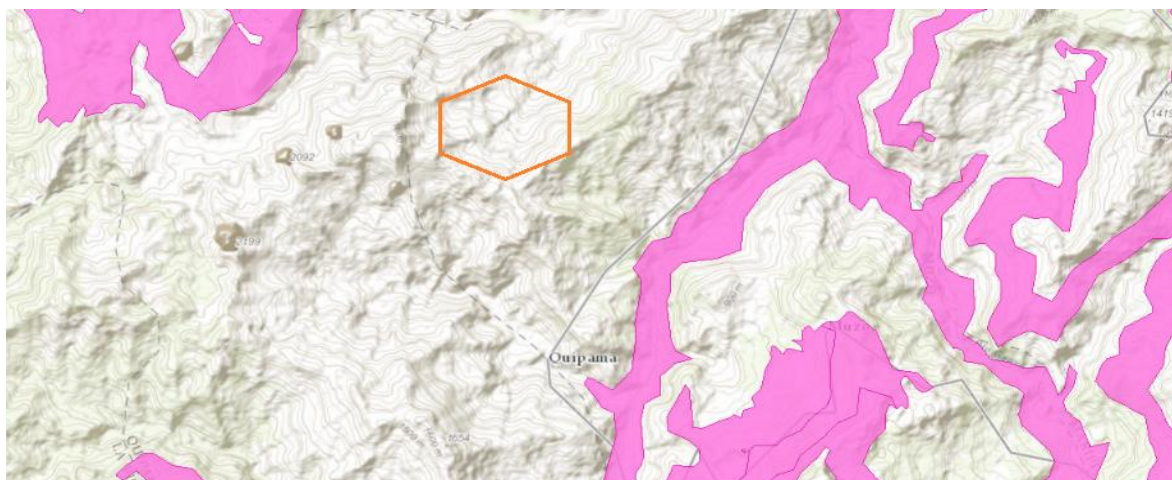
Fuente: Google Maps

La ubicación estratégica del relleno sanitario regional en este municipio, toma principal relevancia en función a la generación de residuos sólidos de los municipios de Muzo y Quipama, ya que son estos los municipios que presentan una mayor población residente y flotante, lo que da como resultado una mayor cantidad de residuos sólidos a disponer.

#### **4.3.3.1. Localización Relleno Sanitario Regional**

Tomando como línea base el Sistema de Información de Alertas Tempranas (Tremarctos Colombia 3.0) y los lineamientos de ubicación de los rellenos sanitarios que establece el Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS), se determinó la localización

del relleno sanitario regional, al costado Noroccidental a 2.9 Km del casco urbano del municipio de Quipama, dado que esta zona no presenta la vinculación de ecosistemas estratégicos, especies sensibles y/o presencia de cuerpos de agua superficiales cercanos, tal y como se evidencia en la figura No 8.



- Área de Distribución de especies sensibles
- Complejo de Paramos

**Figura 9. Alternativa de Localización Relleno Sanitario No 2.**

Fuente: (TREMARCOS COLOMBIA 3.0, 2015)

Adicionalmente, como se puede observar en la figura No 8, la zona delimitada para la ubicación del relleno sanitario, se encuentra ubicada a una distancia superior a 1000 metros del perímetro urbano del municipio de Quipama Boyacá, en una zona de alta pendiente lo cual facilitara la implementación de un relleno sanitario tipo rampla operado de forma manual, a una distancia superior a los 500 metros de la ronda del cuerpo de agua superficial más cercano, para el caso particular el Rio Otoco.

**Tabla 24. Criterios de ubicación del Relleno Sanitario (RAS).**

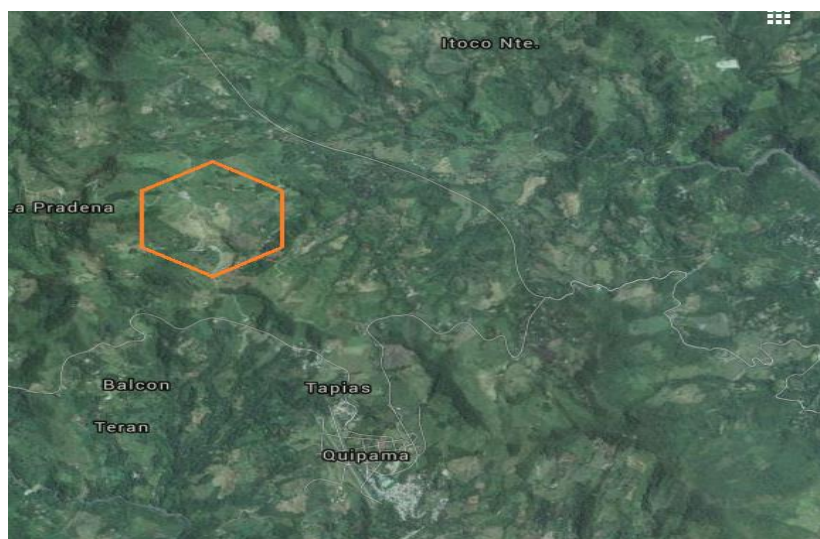
CRITERIO	PARÁMETRO	UBICACIÓN DEL PROYECTO
<b>PROHIBICIÓN</b>		
Fuente Superficiales	500 mt	6.000 mts
Fuentes Subterráneas	Zona de Recarga de Acuífero	NO
Hábitat Naturales Críticos		NO
Áreas de Fallas Geológicas		NO
Áreas Inestables		NO
<b>RESTRICCIÓN</b>		
Distancia de Suelo Urbano	1.000 mts	2.500 mts
Proximidad de	1.000 mts	105.000 mts



aeropuerto		
Fuentes Subterráneas	Nivel freático < 5 mts	Nivel freático > 5 mts
Zonas de Amenaza por Inestabilidad		NO
Zona de Riesgo Sísmico		NO

Fuente: (RAS, 2000)

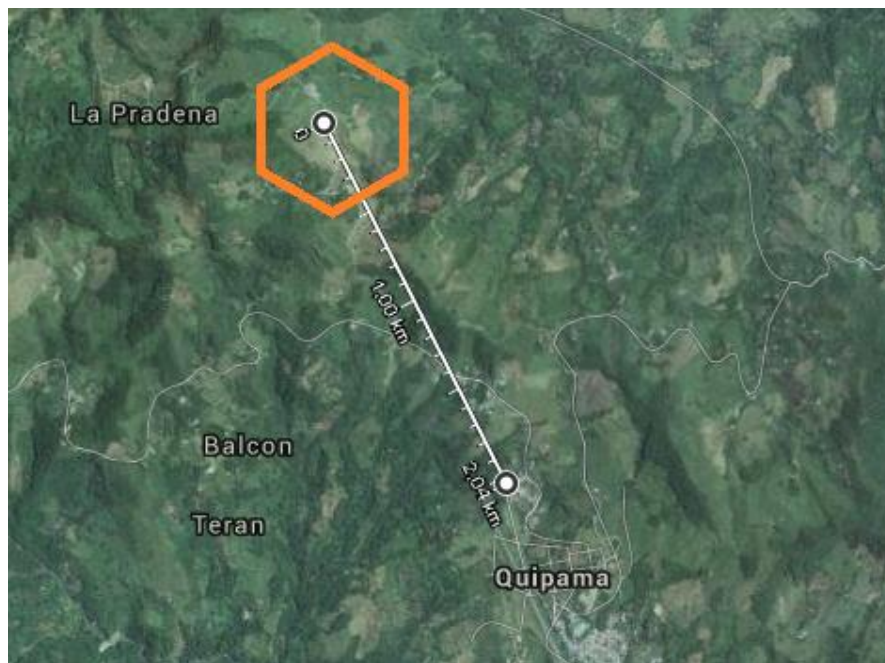
En cuanto al actual uso del suelo, tal y como se evidencia en la figura No 9, la zona delimitada para la ubicación del proyecto, presenta vocación agropecuaria, no obstante, se evidencia un alto grado de erosión, lo cual da a entender el agotamiento del recurso, lo cual favorece la instalación del relleno sanitario, sin generar mayor impacto social y/o económico, a los moradores de la zona.



**Figura 10. Imagen satelital Ubicación Relleno Sanitario Regional, alternativa No 2.**

Fuente: (Maps)

De la figura anterior es pertinente señalar que el hexágono, es una representación gráfica de la ubicación del relleno sanitario y que bajo ninguna circunstancia corresponde a criterios de construcción del sitio de disposición final de residuos sólidos.



**Figura 13. Imagen satelital distancia Relleno Sanitario Regional – Perímetro urbano municipio de Quipama Boyacá.**

Fuente: (Maps)

## **5. ANALIZAR LOS RIESGOS Y EFECTOS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE Y LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES PARA LAS ALTERNATIVAS ESTUDIADAS.**

Con el fin de evaluar cualitativa la vulnerabilidad ambiental, social y económica que puede generar la construcción y operación de un relleno sanitario, a nivel local y regional, se procedió a realizar la evaluación de los impactos ambientales, por medio de la implementación de la matriz Leopold, la cual relaciona en su eje horizontal las condiciones ambientales existentes que puedan verse afectadas y en el eje vertical las acciones inherentes en la construcción y operación del relleno sanitario.

### **5.1. Evaluación de Impactos Ambientales, Sociales y Económicos Alternativa No 1.**

A continuación se relaciona la valoración de los impactos ambientales, sociales y económicos para la localización del relleno sanitario regional, ubicado en área rural del municipio de Coper Boyacá.



**Tabla 25. Evaluación de Impacto Ambiental, Social y Económico alternativa No 1.**

			Construcción										Operación					
Componentes	Acciones Impactantes		Remoción de la capa superficial del suelo	Preparación de Taludes y Lechos de suelo para trincheras	Obras de infraestructura y Civiles	Adecuación de vías	Producción de residuos	contratación de Maquinaria y personal y servicios	Transporte	Descarga	Extracción de Material de Cobertura	Esparcido y Compactación	Emisiones de gases	Generación de Liviados	Recirculación o segregación	Control de vectores	TOTALES	
	Factores Impactantes																	
Elemento	Indicador		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
Físicoquímicos	Atmosfera	Material Particulado	-4/ +3	-3/ +3	-2/ +2	-3/ +4			-4/ +3	-4/ +3	-2/ +2	-4/ +3	-4/ +4				-30 / +27	
		Nivel de Ruido	-3 / +3	-3 / +3	-2 / +2	-3 / +2			4/ +3	-2/ +2	-1/ +1	-2/ +2				-1/ +1	-21 / +19	
		Gases de Combustión	-1/ +1	-1/ +1	-1/ +1	-2/ +2		-1/ +1	-3/ +2	-2/ +2	-1/ +1	-1/ +1					-13 / +12	
	Suelo	Calidad del suelo	-4/ +3	-3/ +3	-3/ +3	-3/ +2	-2/ +3					-3/ +2	-2/ +2		-2/ +2		-22 / +20	
		Cambio de uso	-4/ +3	-2/ +2	-2/ +2	-2/ +2						-3/ +2					-13 / +11	
		estabilidad del suelo	-2/ +2	-2/ +1	-3/ +3	-3/ +3						-3/ +2	-3/ +2					-16 / +13
Biológicos	Fauna	Desplazamiento de especies.	-2 / +2	-2 / +2	-2 / +1	-2 / +1		-1 / +1	-1 / +1		-2 / +1		-3 / +2				-15 / +11	
	Flora	Remoción de Cobertura vegetal	-4/ +3	-3/ +3	-2/ +2	-2/ +1					-4/ +3						-15 / +12	
Culturales	Estetica	vista panoramicas	-4 / +3	-3 / +3	-2 / +2	-1 / +1					-3 / +3	-4 / +3		-2 / +2			-19 / +17	
		Seguridad Laboral	-4 / +2	-3 / +2	-3 / +2	-2 / +2			-1 / +1								-13 / +9	
	Social	Salud Poblacional y Laboral	-3 / +3	-1 / +1	-2 / +2	-1 / +1			-3 / +3	-3 / +3				-2 / +2				-15 / +15
		Generación de Empleo	-2 / +2	-2 / +3	-3 / +3	-2 / +3		-3 / +3	-3 / +3	-3 / +3	-2 / +3	-2 / +3			-2 / +2			-24 / +28
		Mejora Calidad de Vida	-2 / +2	-1 / +1	-1 / +1	-1 / +1		-3 / +3	-1 / +1									-9 / +9
		Mejora Actividad Comercial	-1 / +1	-1 / +1	-2 / +2	-1 / +1	-2 / +2	-4 / +3	-1 / +1									-12 / +11
	TOTALES		-40 / +33	-30 / +27	-30/ +28	-29/ +24	-4 / +5	-12/ +11	-12/ +11	-14/ +13	-24/ +20	-18/ +16	-9/ +8	-4/ +4	-2 / +2	-1/ +1		

Escala de Valoración de impactos							
Mínimo	Moderado	significativo	severo	Mínimo	Moderado	significativo	Severo
-1	-2	-3	-4	1	2	3	4

Fuente: Elaborado por el autor.

Como se identifica en la tabla No 25, la ponderación de los impactos ambientales, sociales y económicos, generados por la construcción del relleno sanitario regional en área rural del municipio de Coper Boyacá, registra impactos que van de un nivel significativo a severo para los componentes físicoquímicos y biológicos, del área de estudio, situación que obedece a la intervención de terrenos con vocación agropecuaria, así como la extracción de material terrero para la conformación de las celdas de disposición final de residuos sólidos, generando alteración de la capa vegetal efectiva. A su vez, la intervención del área seleccionada de baja pendiente, requiere de una mayor intervención del suelo, para el dimensionamiento de la celda de disposición final de residuos sólidos, lo que se traduce en una mayor intervención del suelo, generando un impacto pronunciado en el paisaje de la región.

Por otra parte los impactos asociados a la fase de operación del sistema, vislumbra un comportamiento similar, haciendo hincapié en el componente físico atmosférico, ya que la afectación no solo se presentaría por la generación de gases por descomposición de los residuos sólidos en el sitio de disposición, sino también a la alteración del ambiente en el centro poblado del municipio de Coper al incrementar el flujo vehículos pesados, por la presencia de la flota automotriz empleada por los municipios que realizarían la disposición final de sus residuos sólidos.

Se reitera que la evaluación de los impactos ambientales, sociales y económicos, fueron contruidos a partir de información secundaria, situación que restringe y/o limita la calificación dada por el analista.

## **5.2. Evaluación de Impacto Ambiental, Social y Económica, alternativa No 2.**

A continuación se relaciona la valoración de los impactos ambientales, sociales y económicos para la localización del relleno sanitario regional, ubicado en área rural del municipio de Quipama Boyacá.

**Tabla 26. Evaluación de Impacto Ambiental, Social y Económico alternativa No 2.**

			Construcción										Operación				
Componentes	Acciones Impactantes		Remoción de la capa superficial del suelo	Preparación de Taludes y Lechos de suelo para trincheras	Obras de infraestructura y Civiles	Adecuación de vías	Producción de residuos	contratación de Maquinaria y personal y servicios	Transporte	Descarga	Extracción de Material de Cobertura	Esparcido y Compactación	Emisiones de gases	Generación de Liviados	Recirculación o segregación	Control de vectores	TOTALES
	Factores Impactantes																
Elemento	Indicador		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Físicoquímicos	Atmosfera	Material Particulado	-4/ +3	-2/ +2	-2/ +2	-2/ +2			-3 / +3	-4/ +3	-1/ +1	-3 / +3	-4/ +4				-25/ +23
		Nivel de Ruido	-3 / +3	-3 / +3	-2 / +2	-3 / +2			-3 / +3	-2/ +2	-2/ +2	-2/ +2				-1/ +1	-21/ +20
		Gases de Combustión	-1 / +1	-1 / +1	-1 / +1	-2 / +2		-1 / +1	-3 / +2	-2/ +2	-1/ +1	-1/ +1					-13/ +12
	Suelo	Calidad del suelo	-4/ +3	-2/ +2	-2/ +2	-2/ +2	-2/ +2				-2/ +2	-3 / +3		-2/ +2			-19/ +18
		Cambio de uso	-3 / +3	-2 / +2	-2 / +2	-1 / +1					-2/ +2						-10/ +10
		estabilidad del suelo	-3 / +3	-3 / +3	-3 / +3	-2 / +2					-2/ +2	-3 / +3					
Biológicos	Fauna	Desplazamiento de especies.	-2 / +2	-2 / +2	-2 / +1	-2 / +1		-1 / +1	-1 / +1		-2 / +1		-3 / +2				-15/ +11
	Flora	Remoción de Cobertura vegetal	-3 / +3	-3 / +3	-2 / +2	-2 / +1					-2/ +2						-12/ +12
Culturales	Estetica	vista panoramias	-3 / +3	-3 / +3	-2 / +2	-1 / +1					-3 / +3	-3 / +3		-2 / +2			-17/ +17
		Seguridad Laboral	-4 / +2	-3 / +2	-3 / +2	-2 / +2			-1 / +1								-13/ +9
	Social	Salud Poblacional y Laboral	-2 / +2	-1 / +1	-1 / +1	-1 / +1			-2 / +2	-2 / +2			-2 / +2				-11/ +11
		Generación de Empleo	-2 / +2	-2 / +3	-3 / +3	-2 / +3		-3 / +3	-3 / +3	-3 / +3	-2 / +3	-2 / +3			-2 / +2		-24/ +28
	Economico	Mejora Calidad de Vida	-2 / +2	-1 / +1	-1 / +1	-1 / +1		-3 / +3	-1 / +1								-9/ +9
		Mejora Actividad Comercial	-1 / +1	-1 / +1	-2 / +2	-1 / +1	-2 / +2	-4/ +3	-1 / +1								
TOTALES			-37 / +33	-29 / +29	-28 / +26	-24 / +22	-4 / +4	-12 / +11	-19 / +16	-13 / +12	-19 / +19	-16 / +18	-9 / +8	-4 / +4	-2 / +2	-1/ +1	

Escala de Valoración de impactos							
Mínimo	Moderado	significativo	severo	Mínimo	Moderado	significativo	Severo
-1	-2	-3	-4	1	2	3	4

Fuente: Elaborado por el autor

Como se identifica en la tabla No 26, la ponderación de los impactos ambientales, sociales y económicos, generados por la construcción y puesta en funcionamiento del relleno sanitario regional, en área rural del municipio de Quipama Boyacá, registran impactos que van de moderados a significativos, situación que obedece a la intervención de terrenos de alta pendiente, con grados medios de erosión y ubicación distante de fuentes hídricas superficiales. Adicionalmente la distancia existente entre la zona seleccionada y el centro poblado del municipio, permite establecer impactos débiles en factores sociales y económicos.

Por otra parte los impactos asociados a la fase de operación del sistema, vislumbra un comportamiento similar, haciendo hincapié en el componente físico atmosférico, ya que la afectación no solo se presentaría por la generación de gases por descomposición de los residuos sólidos en el sitio de disposición, sino también a la alteración del ambiente en el centro poblado del municipio de Quipama al incrementar el flujo vehículos pesados, por la presencia de la flota automotriz empleada por los municipios que realizarían la disposición final de sus residuos sólidos.

Se reitera que la evaluación de los impactos ambientales, sociales y económicos, fueron contruidos a partir de información secundaria, situación que restringe y/o limita la calificación dada por el analista.

## **6. COMPATIBILIDAD DEL PROYECTO, CON LOS USOS DEL SUELO ESTABLECIDOS EN EL ESQUEMAS DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL**

Los Esquemas de Ordenamiento Territoriales, comprenden el conjunto de objetivos, directrices, políticas, estrategias, metas, programas, actuaciones y normas adoptadas para orientar y administrar el desarrollo físico del territorio y la utilización del suelo. (COLOMBIA)

Teniendo en cuenta la anterior definición, es primordial establecer la armonía del proyecto con la destinación del suelo dada por los lineamientos de la herramienta de planificación, toda vez que de no existir compatibilidad, se presentaría conflictos que pueden repercutir en la afectación del componente ambiental y el desarrollo económico local.

## 6.1. Esquema de Ordenamiento Territorial municipio de Coper Boyacá

El municipio de Coper Boyacá formulo el Esquema de Ordenamiento Territorial en el año 2000 sub dividiéndolo en 11 capítulos, los cuales contemplan los componentes físicos, bióticos, espaciales, económicos, políticos, sociales y de prospectiva.

Para el caso específico del uso del suelo, sin bien es cierto los capítulos físicos, espaciales y económicos, describen las características geológicas, climáticas e hidrogeológicas de la región, así como la participación del desarrollo de la minería y el agro como componente primordial de desarrollo de sus pobladores, no hace alusión a la vocación del suelo y la destinación específica del mismo, situación que no permite establecer la compatibilidad del proyecto con el uso destinado por la administración municipal.

## 6.2. Esquema de Ordenamiento Territorial municipio de Quipama Boyacá

El municipio de Quipama Boyacá, refleja en su Esquema de Ordenamiento Territorial, un mayor conocimiento de la vocación del suelo para el desarrollo de las actividades productivas, es así como en su título 3.6 establece de forma porcentual los usos y la cobertura de los suelos que comprenden la municipalidad.

*Tabla 27. Uso y Cobertura del suelo en extensión y porcentaje*

USO Y COBERTURA	EXTENSIÓN (Hts)	PORCENTAJE (%)
<b>TIERRAS EN BOSQUES</b>	<b>51.64,63</b>	<b>27,99</b>
<i>Bosque Natural</i>	<i>1730,65</i>	<i>9.38</i>
<i>Bosque Intervenido</i>	<i>1277,22</i>	<i>6.92</i>
<i>Bosque Intervenido y Rastrojo</i>	<i>2156,76</i>	<i>11.69</i>
<b>TIERRAS EN AGRICULTURA</b>	<b>2098,69</b>	<b>11.37</b>
<i>Cultivos Mixtos</i>	<i>2098,69</i>	<i>11.37</i>
<b>TIERRAS EN PASTOS</b>	<b>6384,3</b>	<b>34.6</b>
<i>Pasto Natural</i>	<i>1071,73</i>	<i>5.81</i>
<i>Pasto Natural y Rastrojo</i>	<i>5312,57</i>	<i>28.79</i>
<b>TIERRAS EN OTROS USOS</b>	<b>4808,47</b>	<b>26.05</b>
<i>Tierras Erosionadas</i>	<i>96,98</i>	<i>0.52</i>

Fuente: (Quipama M. d., 2000)

Conforme la tabla 27, los suelos del municipio de Quipama, presentan tierras aptas para el desarrollo agrícola del 11.33% y tierras con otros usos, los cuales incluyen las tierras erosionadas y rastrojo correspondientes al 26.05%.

La alternativa de localización del relleno sanitario regional en el municipio de Quipama, se encuentra ubicada sobre la formación denominada Asociación Quipama, la cual presenta

pendientes del 12% al 25%, erosión formada por escurrimiento difuso, alta capacidad de drenaje y un índice de fertilidad muy baja, factores que limitan la utilización de estas tierras para el desarrollo agrícola.

Si bien es cierto, el Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Quipama no contempla zonas definidas para la localización de un relleno sanitario como alternativa para la disposición final de residuos sólidos, los altos grados de erosión y el bajo margen de fertilidad de la tierra localizada en el área de influencia para la localización del sitio de disposición final, permite establecer la compatibilidad del proyecto, con el uso destinado del suelo.

## **7. SELECCIÓN Y JUSTIFICACION ALTERNATIVA ESCOGIDA**

Tomando como línea base los resultados obtenidos en la evaluación de los impactos ambientales, sociales y económicos de las dos alternativas de localización del relleno sanitario regional, distancia a ecosistemas estratégicos y compatibilidad con el uso del suelo, se procedió a realizar la evaluación de las alternativas de localización del sitio de disposición final de residuos sólidos, partiendo de los criterios de calificación establecidos por el Decreto 1077 de 2015.

A continuación se evalúa las alternativas de localización partiendo de los criterios definidos por el Ente de vigilancia, de la siguiente manera.

### **7.1. Evaluación de la alternativa No1 bajo los criterios establecidos en el Decreto 1077 de 2015**

Tomando los criterios para la localización de rellenos sanitarios y la ponderación definida en el Decreto 1077 de 2015, se realizó la calificación de la alternativa de localización No 1, la cual se encuentra ubicada en área rural del municipio de Coper Boyacá. En la tabla No 28 se evidencia la calificación obtenida por dicha alternativa, tomando de forma exclusiva los aspectos de capacidad, ocupación actual de la tierra, accesibilidad vial, condiciones del suelo y topografía, distancia entre el perímetro urbano, disponibilidad del material de cobertura, densidad poblacional del área, distancia de cuerpos de agua, geoforma del área respecto al entorno y restricciones en la disponibilidad del área, información que pudo ser verificada a partir de las imágenes satélite.

***Tabla 288. Ponderación alternativa No 1 bajo los criterios de localización Decreto 1077 de 2015***

ASPECTO	CRITERIO DE CALIFICACIÓN	PONDERACIÓN
Capacidad	Capacidad igual o menor a (0.5) veces la producción de residuos a 30 años.	0 Puntos

ASPECTO	CRITERIO DE CALIFICACIÓN	PONDERACIÓN
Ocupación actual del área	Suelo Rural	80 Puntos
ASPECTO	CRITERIO DE CALIFICACIÓN	PONDERACIÓN
Accesibilidad Vial	<b>Condiciones de Vías Principales</b>	
	Sin Pavimentar	8 Puntos
	<b>Pendiente promedio de la vía principal</b>	
	0 - 3%	20 Puntos
	<b>Distancia de la vía de acceso</b>	
	5.1 - 10 KM	12 Puntos
	<b>Pendiente promedio de la vía de acceso</b>	
	0 - 3%	20 Puntos
	<b>Número de vías de acceso</b>	
	Una Vía	8 Puntos
	<b>Condiciones de la vía de acceso</b>	
	Afirmada	12 Puntos
ASPECTO	CRITERIO DE CALIFICACIÓN	PONDERACIÓN
Condiciones del Suelo y Topografía	<b>Pendiente promedio del terreno</b>	
	0 - 3%	40 Puntos
	<b>Facilidad para el movimiento de tierras del área en que se efectuará dicha disposición final</b>	
	Regular	20 Puntos
ASPECTO	CRITERIO DE CALIFICACIÓN	PONDERACIÓN
Distancia entre el perímetro urbano	5.1 a 10 Km	100 Puntos
ASPECTO	CRITERIO DE CALIFICACIÓN	PONDERACIÓN
Disponibilidad de material de cobertura	<b>Distancia del sitio de obtención de material de cobertura hasta el área de disposición final</b>	
	0 a 2 Km	60 Puntos
ASPECTO	CRITERIO DE CALIFICACIÓN	PONDERACIÓN
Densidad poblacional en el área	2,1 habitantes/hectárea a 5 habitantes/hectárea	20 Puntos
ASPECTO	CRITERIO DE CALIFICACIÓN	PONDERACIÓN
Incidencia en la congestión de tráfico	Ninguna	40 Puntos
ASPECTO	CRITERIO DE CALIFICACIÓN	PONDERACIÓN

Distancias a cuerpos hídricos	1.000 metros a 2.000 metros	40 Puntos
<b>ASPECTO</b>	<b>CRITERIO DE CALIFICACIÓN</b>	<b>PONDERACIÓN</b>
Geoformas del área respecto al entorno	Zona plana y abierta	12 Puntos
<b>ASPECTO</b>	<b>CRITERIO DE CALIFICACIÓN</b>	<b>PONDERACIÓN</b>
Restricciones en la disponibilidad del área	No existen restricciones	60 Puntos
<b>TOTAL:</b>		<b>552 Puntos</b>

Fuente: Autor

Como resultado del análisis de la alternativa de localización No 1 bajo los criterios definidos en el Decreto 1077 de 2015, los atributos abióticos, económicos y sociales que ofrece el área seleccionada, dio como resultados 552 puntos de favorabilidad.

Es pertinente señalar que la ausencia de información primaria y la desactualización de las herramientas de ordenamiento territorial del municipio en comento, no permitió realizar la valoración de la totalidad de los parámetros descritos en la matriz de valoración.

## 7.2. Evaluación de la alternativa No 2 bajo los criterios establecidos en el Decreto 1077 de 2015

Tomando los criterios para la localización de rellenos sanitarios y la ponderación definida en el Decreto 1077 de 2015, se realizó la calificación de la alternativa de localización No 2, la cual se encuentra ubicada en área rural del municipio de Quipama Boyacá. En la tabla No 29 se evidencia la calificación obtenida por dicha alternativa, tomando de forma exclusiva los aspectos de capacidad, ocupación actual de la tierra, accesibilidad vial, condiciones del suelo y topografía, distancia entre el perímetro urbano, disponibilidad del material de cobertura, densidad poblacional del área, distancia de cuerpos de agua, geoforma del área respecto al entorno y restricciones en la disponibilidad del área, información que pudo ser verificada a partir de las imágenes satélite.

**Tabla 299. Ponderación alternativa No 2 bajo los criterios de localización Decreto 1077 de 2015**

<b>ASPECTO</b>	<b>CRITERIO DE CALIFICACIÓN</b>	<b>PONDERACIÓN</b>
Capacidad	Capacidad igual o menor a (0.5) veces la producción de residuos a 30 años.	0 Puntos



ASPECTO	CRITERIO DE CALIFICACIÓN	PONDERACIÓN
Ocupación actual del área	Suelo Rural	80 Puntos
ASPECTO	CRITERIO DE CALIFICACIÓN	PONDERACIÓN
Accesibilidad Vial	<b>Condiciones de Vías Principales</b>	
	Sin Pavimentar	8 Puntos
	<b>Pendiente promedio de la vía principal</b>	
	3.1 - 5%	12 Puntos
	<b>Distancia de la vía de acceso</b>	
	5.1 - 10 KM	12 Puntos
	<b>Pendiente promedio de la vía de acceso</b>	
	0 - 3%	20 Puntos
	<b>Número de vías de acceso</b>	
	Una Vía	8 Puntos
	<b>Condiciones de la vía de acceso</b>	
	Afirmada	12 Puntos
ASPECTO	CRITERIO DE CALIFICACIÓN	PONDERACIÓN
Condiciones del Suelo y Topografía	<b>Pendiente promedio del terreno</b>	
	3.1 - 5%	30 Puntos
	<b>Facilidad para el movimiento de tierras del área en que se efectuará dicha disposición final</b>	
	Fácil	32 Puntos
ASPECTO	CRITERIO DE CALIFICACIÓN	PONDERACIÓN
Distancia entre el perímetro urbano	2 a 5 Km	140 Puntos
ASPECTO	CRITERIO DE CALIFICACIÓN	PONDERACIÓN
Disponibilidad de material de cobertura	<b>Distancia del sitio de obtención de material de cobertura hasta el área de disposición final</b>	
	0 a 2 Km	60 Puntos
ASPECTO	CRITERIO DE CALIFICACIÓN	PONDERACIÓN

Densidad poblacional en el área	0 habitantes/hectárea a 2 habitantes/hectárea	40 Puntos
<b>ASPECTO</b>	<b>CRITERIO DE CALIFICACIÓN</b>	<b>PONDERACIÓN</b>
Incidencia en la congestión de tráfico	Ninguna	40 Puntos
<b>ASPECTO</b>	<b>CRITERIO DE CALIFICACIÓN</b>	<b>PONDERACIÓN</b>
Distancias a cuerpos hídricos	1.000 metros a 2.000 metros	40 Puntos
<b>ASPECTO</b>	<b>CRITERIO DE CALIFICACIÓN</b>	<b>PONDERACIÓN</b>
Geoformas del área respecto al entorno	Zona en media ladera parcialmente encajonada	32 Puntos
<b>ASPECTO</b>	<b>CRITERIO DE CALIFICACIÓN</b>	<b>PONDERACIÓN</b>
Restricciones en la disponibilidad del área	No existen restricciones	60 Puntos
<b>TOTAL:</b>		<b>622 Puntos</b>

Como resultado del análisis de la alternativa de localización No 1 bajo los criterios definidos en el Decreto 1077 de 2015, los atributos abióticos, económicos y sociales que ofrece el área seleccionada, dio como resultados 622 puntos de favorabilidad.

Es pertinente señalar que la ausencia de información primaria y la desactualización de las herramientas de ordenamiento territorial del municipio en comento, no permitió realizar la valoración de la totalidad de los parámetros descritos en la matriz de valoración.

Teniendo en cuenta lo anterior, la alternativa de localización del relleno sanitario que presenta una mayor aceptación, es aquella que contempla la ubicación del relleno sanitario en área rural del municipio de Quipama.

Y es que si bien es cierto, su ubicación geográfica lo hace distante a las poblaciones de Caldas y Buenavista Boyacá, incrementando los costos operacionales en el desarrollo de la actividad de transporte de residuos sólidos, su localización genera una menor afectación social y ambiental, que las que puede presentar la alternativa No 1.

Adicionalmente, el hecho que los municipios de Muzo y Quipama son aquellos que presentan una mayor población residente, por consiguiente, una mayor generación de residuos sólidos a disponer, se constituye en un factor determinante para la localización en dicho sitio.

## 8. CONCLUSIONES

- El diagnóstico ambiental de alternativas para la localización de un relleno sanitario como alternativa de disposición final de residuos sólidos con alcance regional, permite evaluar y comparar diversas opciones a partiendo de las características geográficas, ambientales y sociales que presenta el entorno, así como los análisis comparativos de los efectos y riesgos inherentes a la intervención de la obra.
- Partiendo de los parámetros de diseño establecidos en el Reglamento Técnico de Agua Potable y Saneamiento Básico, fue proyectada a 30 años la población de los municipios vinculados al proyecto, así mismo fue determinada la producción per cápita de residuos sólidos. Como resultado de estos calculo y haciendo la estimación de volumen diario, partiendo del índice de compactación de residuos sólidos de un relleno sanitario con operación manual, se determinó que el área requerida para la ubicación del relleno sanitario regional, es de 184.5 hectáreas.
- Empleando el Sistema de Información de Alertas Tempranas (Tremarctos Colombia 3.0), se identificó que la provincia occidente de Boyacá no presenta ecosistemas de alta sensibilidad consolidada, sin embargo, muestra una alta participación de especies sensibles, las cuales se ubican de forma dispersa en concordancia con las fuentes hídricas superficiales que comprenden la provincia, conformando bosques de galería que conservan especies endémicas de alta susceptibilidad. No obstante lo anterior, las dos alternativas estudiadas, no marcaron afectación directa a las especies sensibles, toda vez que su ubicación, fue establecida siguiendo los criterios de prohibición y restricción definidos en el Reglamento Técnico de Agua Potable y Saneamiento Básico y el Decreto 1077 de 2015.
- Empleando la matriz de Leopold, como instrumento para la calificación de forma cualitativa los impactos ambientales, sociales y económicos de las dos alternativas de estudio para la localización del relleno sanitario, se identificó que los componentes físicos y económicos, son los que presentan un mayor impacto, situación que obedece a la intervención física que sufre el suelo, para la disposición final de residuos y el conflicto existente con la vocación del suelo.
- La ausencia de información primaria y la desactualización de las herramientas de ordenamiento territorial de los municipios objeto de análisis, no permite realizar una evaluación de las alternativas de forma integral.
- Conforme a los resultados obtenidos de la evaluación de los impactos ambientales, sociales y económicos de las dos alternativas de localización del relleno sanitario regional, distancia a ecosistemas estratégicos y compatibilidad con el uso del suelo, la

alternativa de localización del relleno sanitario que presenta una mayor aceptación, es aquella que contempla la ubicación del relleno sanitario en área rural del municipio de Quipama, toda vez que dicha alternativa es la que presenta menor conflicto, con el uso del suelo.

- La localización y puesta en funcionamiento de un relleno sanitario regional, que atienda la necesidades sanitarias de los cinco municipios que conforman el presente estudio, presenta un alto nivel de complejidad, debido a la incompatibilidad de los usos del suelo definidos por el instrumento de ordenamiento territorial local y el costo ambiental y social, sin embargo a la luz de los parámetros de localización de sitios para la disposición final de residuos sólidos dictados en el marco normativo y regulatorio vigente, existe viabilidad técnica para la construcción y puesta en funcionamiento de un relleno sanitario en la provincia sur occidental del departamento de Boyacá.

## **9. RECOMENDACIONES**

Teniendo en cuenta que los Esquemas de Ordenamiento Territorial de los municipios de Quipama y Coper Boyacá, no se encuentran actualizados y no definen aspectos fundamentales, como lo son la determinación del uso del suelo de forma geo referenciada, se hace necesario realizar visita de campo, para establecer la idoneidad de la ubicación del relleno sanitario regional en la zona establecida.

Así mismo, se considera pertinente establecer nuevas alternativas para la disposición final de residuos sólidos para los municipios de Caldas y Buenavista Boyacá, toda vez que la ubicación definida en el presente documento para la instalación de un relleno sanitario en el municipio de Quipama puede incrementar los costos incurridos en la ejecución de la actividad de transporte de residuos sólidos del punto de origen al punto de disposición final.

Por otra parte y en concordancia con los lineamientos que el Estado promueve en el marco de la Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos, los municipios enmarcados en el estudio deben desplegar acciones tendientes a desarrollar instrumentos que promuevan la prevención, minimización y aprovechamiento de los residuos sólidos generados por sus pobladores, para lo cual deben emplear las actividades descritas en sus respectivos Programas de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS), información que no fue evaluado en el presente estudio.

## Bibliografía

- Ambientales, A. A. (11 de junio de 2015). *www.anla.gov.co*. Obtenido de <http://www.anla.gov.co/contenido/contenido.aspx?catID=1373&conID=8050>
- Ambiente, C. P. (agosto de 26 de 2015). *RELLENOS SANITARIOS MANUALES*. Obtenido de [www.bvsde.ops-oms.org/](http://www.bvsde.ops-oms.org/): [http://www.bvsde.ops-oms.org/eswww/tecapropiada/desinfec/rellenos\\_sanitarios.htm](http://www.bvsde.ops-oms.org/eswww/tecapropiada/desinfec/rellenos_sanitarios.htm)
- Ambiente-Perú, C. P. (16 de Agosto de 2015). *WWW.UNAD.EDU.CO*. Obtenido de [http://dateca.unad.edu.co/contenidos/358012/ContLin/leccin\\_37\\_infraestructura\\_d\\_el\\_relleno.html](http://dateca.unad.edu.co/contenidos/358012/ContLin/leccin_37_infraestructura_d_el_relleno.html)
- Boyacá, G. d. (21 de junio de 2012). *www.boyaca.gov.co*. Recuperado el 15 de junio de 2015, de Aspectos Geograficos: <http://www.boyaca.gov.co/mi-boyac%C3%A1/aspectos-geograficos>
- Buenavista, A. M. (s.f.). *www.buenavista-boyaca-gov.co*. Recuperado el 15 de junio de 2015, de <http://www.buenavista-boyaca.gov.co/index.shtml#1>
- Caldas, A. m. (s.f.). *www.caldas-boyaca.gov.co*. Recuperado el 15 de junio de 2015, de <http://www.caldas-boyaca.gov.co/index.shtml>
- COPER, M. D. (2000). *ESAP*. Recuperado el 30 de agosto de 2015, de Escuela Superior de Administración Pública: [http://cdim.esap.edu.co/BancoConocimiento/C/coper\\_-\\_boyaca\\_-\\_eot\\_-\\_1998\\_-\\_2000/coper\\_-\\_boyaca\\_-\\_eot\\_-\\_1998\\_-\\_2000.asp](http://cdim.esap.edu.co/BancoConocimiento/C/coper_-_boyaca_-_eot_-_1998_-_2000/coper_-_boyaca_-_eot_-_1998_-_2000.asp)
- Decreto 838 de 2005. (23 de Marzo de 2005). Bogotá, D.C, Colombia.
- Economico, M. d. (17 de Noviembre de 2000). *Reglamento Tecnico de Agua Potable y Saneamiento Básico*. Obtenido de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=38541>.
- Katia M. Noguera, J. T. (25 de enero de 2010). Los Rellenos Sanitarios en Latinoamerica: Caso colombiano. *REV. ACAD. COLOMB. CIENC VOLUMEN XXXIV*, 348.
- Maps, G. (s.f.). *Maps*. Recuperado el 30 de agosto de 2015, de <https://www.google.com.co/maps/place/Santo+Domingo,+Coper,+Boyac%C3%A1/@5.4147291,-74.0811401,3121m/data=!3m1!1e3!4m2!3m1!1s0x8e40527ee5c68d43:0xfd1fa128274d4cb6?hl=es>

MAVCT. (03 de marzo de 2005). Decreto 838.

MAVCT. (05 de agosto de 2010). Decreto 2820 de 2010.

MINISTERIO DE VIVIENDA, C. Y. (26 de mayo de 2015). Decreto 1077. Bogotá, D.C, Colombia.

Muzo, A. M. (s.f.). *www.buenavista-boyaca.gov.co*. Recuperado el 15 de junio de 2015, de [http://www.buenavista-boyaca.gov.co/informacion\\_general.shtml](http://www.buenavista-boyaca.gov.co/informacion_general.shtml)

Muzo, A. M. (s.f.). *www.muzo-boyaca.gov.co*. Recuperado el 15 de junio de 2015, de [http://www.muzo-boyaca.gov.co/informacion\\_general.shtml](http://www.muzo-boyaca.gov.co/informacion_general.shtml)

MVCT. (20 de diciembre de 2013). Decreto 2981 de 2013. Bogotá D.C.

MVCT. (26 de 05 de 2015). Decreto 1077. *Decreto Único Reglamentario Sector Vivienda Ciudad y Territorio*. Bogotá, D.C, Colombia.

Quipama, a. m. (s.f.). *www.quipama-boyaca.gov.co*. Recuperado el 15 de junio de 2015, de <http://www.quipama-boyaca.gov.co/index.shtml#6>

Quipama, M. d. (2000). *ESAP*. Recuperado el 30 de Agosto de 2015, de Escuela Superior de Administración Pública: [http://cdim.esap.edu.co/BancoConocimiento/C/coper\\_-\\_boyaca\\_-\\_eot\\_-\\_1998\\_-\\_2000/coper\\_-\\_boyaca\\_-\\_eot\\_-\\_1998\\_-\\_2000.asp](http://cdim.esap.edu.co/BancoConocimiento/C/coper_-_boyaca_-_eot_-_1998_-_2000/coper_-_boyaca_-_eot_-_1998_-_2000.asp)

QUIPAMA, M. D. (2012). Plan de Desarrollo "Transparencia Equidad y Respeto". Quipama , Boyacá.

RAS. (17 de Noviembre de 2000). *Reglamento Tecnico de Agua Potable y Saneamiento Básico*. Obtenido de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=38541>.

Rodriguez, A. J. (enero de 2000). *Academia.edu*. Recuperado el 15 de junio de 2015, de [https://www.academia.edu/10674255/MAPA\\_GEOLOGICO\\_DEL\\_DEPARTAMENTO\\_DE\\_BOYACA\\_Memoria\\_explicativa\\_Elaborada\\_por\\_ANTONIO\\_JOS%C3%89\\_RODR%C3%8DGUEZ\\_PARRA\\_ORLANDO\\_SOLANO\\_SILVA](https://www.academia.edu/10674255/MAPA_GEOLOGICO_DEL_DEPARTAMENTO_DE_BOYACA_Memoria_explicativa_Elaborada_por_ANTONIO_JOS%C3%89_RODR%C3%8DGUEZ_PARRA_ORLANDO_SOLANO_SILVA)

Sigea, I. A.-G. (16 de Agosto de 2015). *www.gruposigea.com.ar*. Obtenido de <http://www.gruposigea.com.ar/ref/operacion.php>

SSPD. (30 de diciembre de 2014). *Sistema Único de Información*. Recuperado el 17 de agosto de 2015, de [http://reportes.sui.gov.co/fabricaReportes/frameSet.jsp?idreporte=ase\\_tec\\_076](http://reportes.sui.gov.co/fabricaReportes/frameSet.jsp?idreporte=ase_tec_076)

*TREMARCTOS COLOMBIA 3.0.* (30 de Agosto de 2015). Recuperado el 30 de Agosto de 2015, de <http://www.tremarctoscolombia.org/>: <http://200.32.81.75/repo-tremarctos-integrado/>

Vias, I. N. (s.f.). *Mapas Invias*. Recuperado el 17 de Agosto de 2015, de <http://www.zonu.com/fullsize/2011-08-25-14526/Mapa-de-carreteras-de-Boyac.html>

[www.bvsde.paho.org](http://www.bvsde.paho.org). (s.f.). *Diseño, Contrucción y Operación de Rellenos Sanitarios*.  
Obtenido de [www.bvsde.paho.org](http://www.bvsde.paho.org):  
[http://www.bvsde.paho.org/cursoa\\_rsm/e/unidad7.html](http://www.bvsde.paho.org/cursoa_rsm/e/unidad7.html)



# LINEAMIENTOS PARA DETERMINAR LA LOCALIZACIÓN DE UN RELLENO SANITARIO REGIONAL PARA DISPONER LOS RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS POR LOS MUNICIPIOS DE QUÍPAMA, MUZO, COPER, CALDAS Y BUENAVISTA BOYACÁ

Ivan Alberto Gómez Babativa  
Director  
Bibian Ximena García



**Universidad  
Piloto de Colombia**

UN ESPACIO PARA LA EVOLUCIÓN

# Problema



- ☞ Anualmente son dispuestos en el sur occidente del departamento de Boyacá un total de 490.92 toneladas de residuos sólidos de forma inadecuada empleando como alternativa disposición de final botaderos a cielo abierto, situación que no se ajusta a lo establecido en el Decreto 1077 de 2015 toda vez que estos sitios carecen de infraestructura técnica y operativa, características que permiten la proliferación de vectores, contaminación de fuentes hídricas, generación de malos olores y contaminación visual.





# Justificación



- Los municipios que comprenden la provincia Occidente del departamento de Boyacá, presentan infraestructura vial deteriorada y altos índices de violencia; factores que sumados a una deficiente gobernanza y a los bajos recursos económicos destinados por el Sistema de General de Participaciones (SGP) para el componente de agua potable y saneamiento básico por ser estos clasificados en categoría 6, dificultan la construcción y puesta en funcionamiento de un relleno sanitario como alternativa para realizar la disposición final de los residuos sólidos generados por sus pobladores.



# Objetivo General

Establecer los lineamientos para determinar la localización de un relleno sanitario regional para disponer los residuos sólidos generados por los municipios de Quípama, Muzo, Coper, Caldas y Buenavista Boyacá.

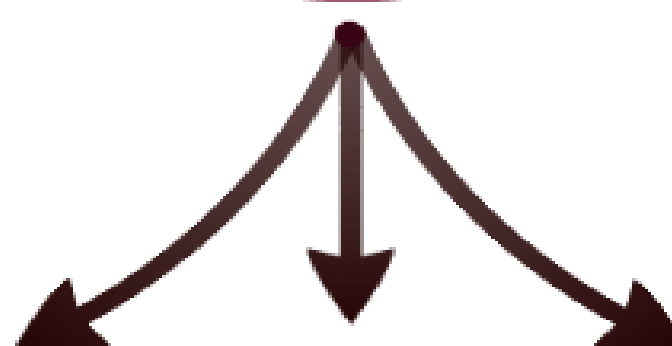
## Objetivos Especificos

Determinar los parámetros de diseño requeridos para el relleno sanitario regional, conforme a los parámetros de diseño establecidos en el Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico

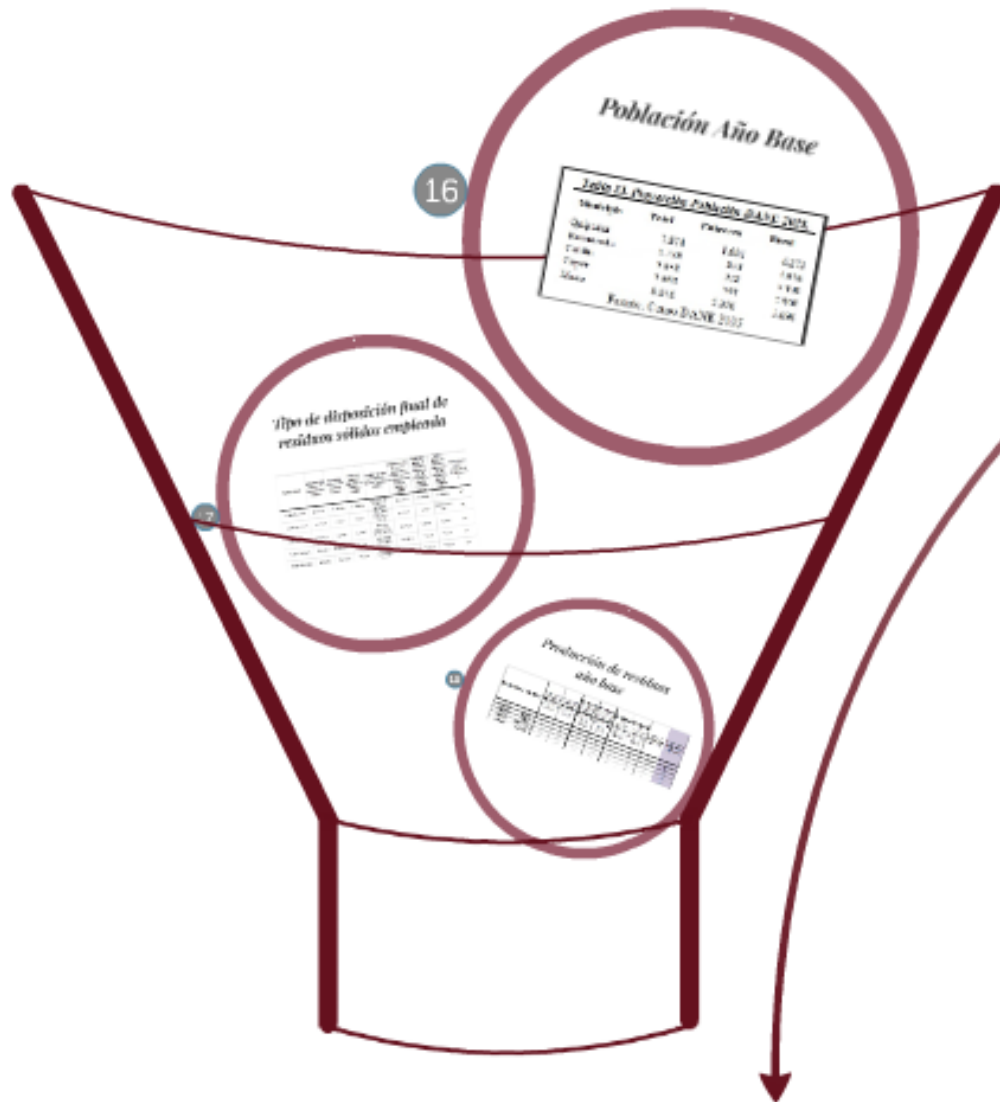
Analizar los riesgos y efectos sobre el medio ambiente y los recursos naturales renovables para las alternativas estudiadas.

Presentar las alternativas de localización del relleno sanitario, en función de los aspectos ambientales, técnicos, sociales y económicos.

Establecer la compatibilidad del proyecto en función a la destinación del suelo del Esquemas de Ordenamiento Territorial del municipio asignado para ubicar el relleno sanitario regional.



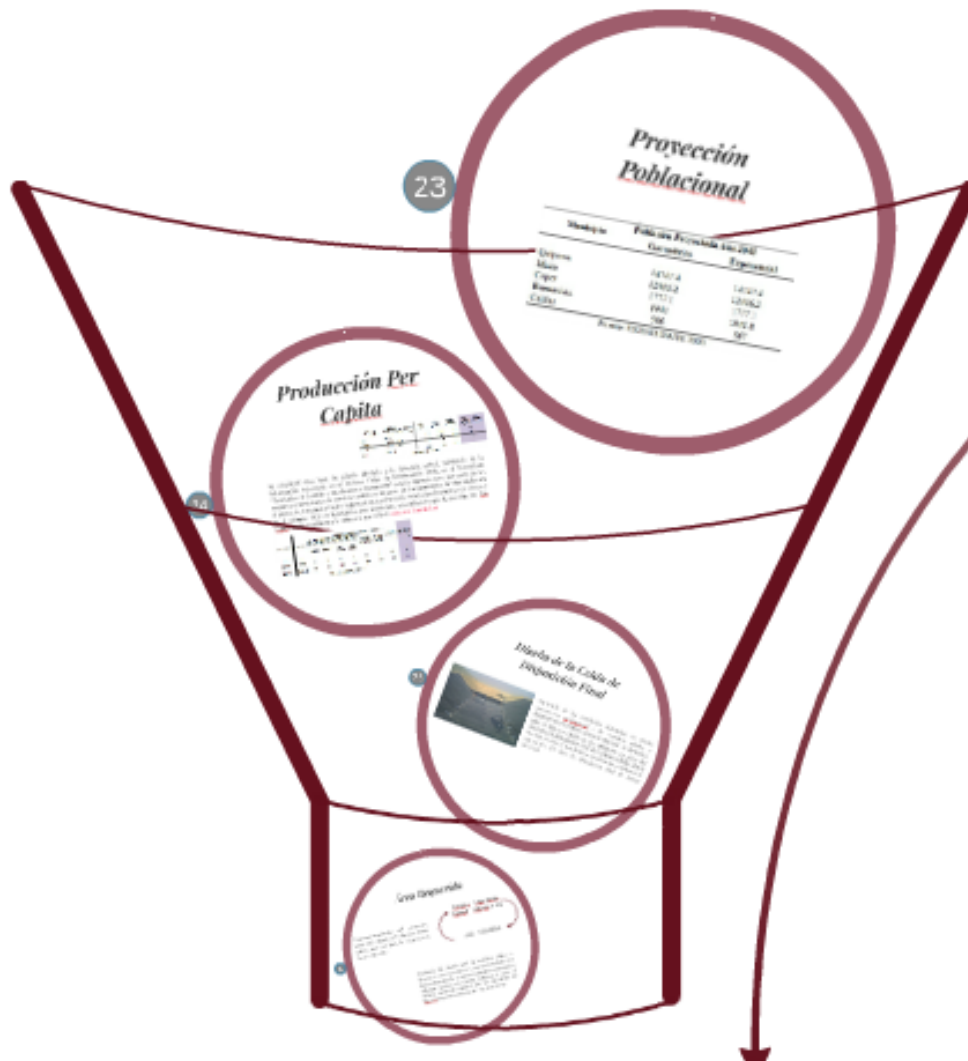
# Diagnostico



- Reconocimiento de la zona.
- Tipo disposición final empleado.
- Numero de suscriptores atendidos.
- Generación de residuos sólidos.



## Dimensionamiento



- Proyección poblacional.
- Producción per cápita
- Diseño celda de disposición final.
- Área requerida



# ALTERNATIVAS DE LOCALIZACIÓN



- Polígono de afectación.
- Vías de acceso.
- Distancia áreas de ecológicas estratégicas.
- Distancia fuentes hídricas superficiales.
- Compatibilidad del uso del suelo.
- Compatibilidad POT.

La localización del relleno sanitario regional, al costado suroccidental del casco urbano del municipio de Coper, dado que esta zona no presenta la vinculación de ecosistemas estratégicos, especies sensibles y/o presencia de cuerpos de agua superficiales cercanos



CRITERIO	PARÁMETRO	UBICACION DEL PROYECTO
<b>PROHIBICIÓN</b>		
Fuente Superficiales	500 mt	5.000 mts
Fuentes Subterráneas	Zona de Recarga de Acuífero	NO
Hábitat Naturales Críticos		NO
Áreas de Fallas Geológicas		NO
Áreas Inestables		NO
<b>RESTRICCIÓN</b>		
Distancia de Suelo Urbano	1.000 mts	2.500 mts
Proximidad de aeropuerto	1.000 mts	75.000 mts
Fuentes Subterráneas	Nivel freático < 5 mts	Nivel freático > 5 mts
Zonas de Amenaza por Inestabilidad		NO
Zona de Riesgo Sísmico		NO

# Evaluación de Impactos Sociales, Ambientales y Económicos Alternativa No 1

		Construcción										Operación					
Componentes	Acciones Impactantes		Remoción de la capa superficial del suelo	Preparación de Taludes y Lechos de suelo para trincheras	Obras de infraestructura y Civiles	Adecuación de vías	Producción de residuos	contratación de Maquinaria y personal y servicios	Transporte	Descarga	Extracción de Material de Cobertura	Esparcido y Compactación	Emisiones de gases	Generación de Liviados	Recirculación o segregación	Control de vectores	TOTALES
	Factores Impactantes																
Elemento	Indicador		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Físicoquímicos	Atmosfera	Material Particulado	-4/ +3	-3/ +3	-2/ +2	-3/ +4			-4/ +3	-4/ +3	-2/ +2	-4/ +3	-4/ +4				-30 / +27
		Nivel de Ruido	-3 / +3	-3 / +3	-2 / +2	-3 / +2			-4/ +3	-2/ +2	-1/ +1	-2/ +2				-1/ +1	-21 / +19
		Gases de Combustión	-1 / +1	-1 / +1	-1 / +1	-2 / +2		-1 / +1	-3 / +2	-2/ +2	-1/ +1	-1/ +1					-13 / +12
	Suelo	Calidad del suelo	-4/ +3	-3 / +3	-3 / +3	-3 / +2	-2 / +3				-3 / +2	-2/ +2		-2/ +2			-22 / +20
		Cambio de uso	-4/ +3	-2 / +2	-2 / +2	-2 / +2					-3 / +2						-13 / +11
		estabilidad del suelo	-2 / +2	-2 / +1	-3 / +3	-3 / +3					-3 / +2	-3 / +2					
Biológicos	Fauna	Desplazamiento de especies.	-2 / +2	-2 / +2	-2 / +1	-2 / +1		-1 / +1	-1 / +1		-2 / +1		-3 / +2				-15 / +11
	Flora	Remoción de Cobertura vegetal	-4/ +3	-3 / +3	-2 / +2	-2 / +1					-4/ +3						-15 / +12
Culturales	Estetica	vista panoramicas	-4 / +3	-3 / +3	-2 / +2	-1 / +1					-3 / +3	-4 / +3		-2 / +2			-19 / +17
		Seguridad Laboral	-4 / +2	-3 / +2	-3 / +2	-2 / +2			-1 / +1								-13 / +9
	Social	Salud Poblacional y Laboral	-3 / +3	-1 / +1	-2 / +2	-1 / +1			-3 / +3	-3 / +3			-2 / +2				-15 / +15
		Generación de Empleo	-2 / +2	-2 / +3	-3 / +3	-2 / +3		-3 / +3	-3 / +3	-3 / +3	-2 / +3	-2 / +3			-2 / +2		-24 / +28
	Economico	Mejora Calidad de Vida	-2 / +2	-1 / +1	-1 / +1	-1 / +1		-3 / +3	-1 / +1								-9 / +9
		Mejora Actividad Comercial	-1 / +1	-1 / +1	-2 / +2	-1 / +1	-2 / +2	-4 / +3	-1 / +1								
	TOTALES		-40 / +33	-30 / +27	-30/ +28	-29/ +24	-4 / +5	-12/+11	-12/+11	-14/+13	-24/+20	-18/+16	-9/+8	-4/+4	-2 / +2	-1/ +1	

## Escala de Valoración de impactos

Mínimo	Moderado	significativo	severo	Mínimo	Moderado	significativo	Severo
-1	-2	-3	-4	1	2	3	4

# Alternativa de Localización No 2

La localización del relleno sanitario regional, al costado Noroccidental a 2.9 Km del casco urbano del municipio de Quipama, dado que esta zona no presenta la vinculación de ecosistemas estratégicos, especies sensibles y/o presencia de cuerpos de agua superficiales cercanos



CRITERIO	PARÁMETRO	UBICACIÓN DEL PROYECTO
<b>PROHIBICIÓN</b>		
Fuente Superficiales	500 mt	6.000 mts
Fuentes Subterráneas	Zona de Recarga de Acuífero	NO
Hábitat Naturales Críticos		NO
Áreas de Fallas Geológicas		NO
Áreas Inestables		NO
<b>RESTRICCIÓN</b>		
Distancia de Suelo Urbano	1.000 mts	2.500 mts
Proximidad de aeropuerto	1.000 mts	105.000 mts
Fuentes Subterráneas	Nivel freático < 5 mts	Nivel freático > 5 mts
Zonas de Amenaza por Inestabilidad		NO

# Evaluación de Impactos Sociales, Ambientales y Económicos Alternativa No 2

			Construcción										Operación					
Componentes	Acciones Impactantes		Remoción de la capa superficial del suelo	Preparación de Taludes y Lechos de suelo para trincheras	Obras de infraestructura y Civiles	Adecuación de vías	Producción de residuos	contratación de Maquinaria y personal y servicios	Transporte	Descarga	Extracción de Material de Cobertura	Esparcido y Compactación	Emisiones de gases	Generación de Liviados	Recirculación o segregación	Control de vectores	TOTALES	
	Factores Impactantes																	
Elemento	Indicador		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
Físicoquímicos	Atmosfera	Material Particulado	-4/ +3	-2/ +2	-2/ +2	-2/ +2			-3 / +3	-4/ +3	-1/ +1	-3 / +3	-4/ +4				-25/ +23	
		Nivel de Ruido	-3 / +3	-3 / +3	-2 / +2	-3 / +2			-3 / +3	-2/ +2	-2/ +2	-2/ +2				-1/ +1	-21/ +20	
		Gases de Combustión	-1 / +1	-1 / +1	-1 / +1	-2 / +2		-1 / +1	-3 / +2	-2/ +2	-1/ +1	-1/ +1					-13/ +12	
	Suelo	Calidad del suelo	-4/ +3	-2/ +2	-2 / +2	-2 / +2	-2/ +2				-2/ +2	-3 / +3		-2/ +2			-19/ +18	
		Cambio de uso	-3 / +3	-2 / +2	-2 / +2	-1 / +1					-2/ +2						-10/ +10	
		estabilidad del suelo	-3 / +3	-3 / +3	-3 / +3	-2 / +2					-2/ +2	-3 / +3						-16/ +16
Biológicos	Fauna	Desplazamiento de especies.	-2 / +2	-2 / +2	-2 / +1	-2 / +1		-1 / +1	-1 / +1		-2 / +1		-3 / +2				-15/ +11	
	Flora	Remoción de Cobertura vegetal	-3 / +3	-3 / +3	-2 / +2	-2 / +1					-2/ +2						-12/ +12	
Culturales	Estética	vista panorámicas	-3 / +3	-3 / +3	-2 / +2	-1 / +1					-3 / +3	-3 / +3		-2 / +2			-17/ +17	
		Seguridad Laboral	-4 / +2	-3 / +2	-3 / +2	-2 / +2			-1 / +1								-13/ +9	
	Social	Salud Poblacional y Laboral	-2 / +2	-1 / +1	-1 / +1	-1 / +1			-2 / +2	-2 / +2			-2 / +2				-11/ +11	
		Generación de Empleo	-2 / +2	-2 / +3	-3 / +3	-2 / +3		-3 / +3	-3 / +3	-3 / +3	-2 / +3	-2 / +3				-2 / +2		-24/ +28
	Economico	Mejora Calidad de Vida	-2 / +2	-1 / +1	-1 / +1	-1 / +1		-3 / +3	-1 / +1									-9/ +9
		Mejora Actividad Comercial	-1 / +1	-1 / +1	-2 / +2	-1 / +1	-2 / +2	-4/ +3	-1 / +1									-12/ +11
TOTALES			-37 / +33	-29 / +29	-28 / +26	-24 / +22	-4 / +4	-12 / +11	-19 / +16	-13 / +12	-19 / +19	-16 / +18	-9 / +8	-4 / +4	-2 / +2	-1/ +1		

## Escala de Valoración de impactos

Mínimo	Moderado	significativo	severo	Mínimo	Moderado	significativo	Severo
-1	-2	-3	-4	1	2	3	4

# COMPATIBILIDAD CON EL POT

## Alternativa No 1

El POT del municipio de Coper describe las características geológicas, climáticas e hidrogeológicas de la región, así como la participación del desarrollo de la minería y el agro como componente primordial de desarrollo de sus pobladores, sin embargo no hace alusión a la vocación del suelo y la destinación específica del mismo, situación que no permite establecer la compatibilidad del proyecto con el uso destinado por la administración municipal.

## Alternativa No 2

El Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Quipama no contempla zonas definidas para la localización de un relleno sanitario como alternativa para la disposición final de residuos sólidos, los altos grados de erosión y el bajo margen de fertilidad de la tierra localizada en el área de influencia para la localización del sitio de disposición final, permite establecer la compatibilidad del proyecto, con el uso destinado del suelo.

# Evaluación de las alternativas (Decreto 1077 de 2015)

Tomando de forma exclusiva los aspectos de capacidad, ocupación actual de la tierra, accesibilidad vial, condiciones del suelo y topografía, distancia entre el perímetro urbano, disponibilidad del material de cobertura, densidad poblacional del área, distancia de cuerpos de agua, geoforma del área respecto al entorno y restricciones en la disponibilidad del área, información que pudo ser verificada a partir de las imágenes satélite.

Alternativa No 1

**522 Puntos**

Alternativa  
No2

**622Puntos**



# CONCLUSIONES

- La alternativa de localización del relleno sanitario que presenta una mayor aceptación, es aquella que contempla la ubicación del relleno sanitario en área rural del municipio de Quipama, toda vez que dicha alternativa es la que presenta menor conflicto, con el uso del suelo.
- Como resultado de los cálculos de diseño de la celda de disposición, la estimación de volumen diario y el índice de compactación de residuos sólidos de un relleno sanitario con operación manual, se determinó que el área requerida para la ubicación del relleno sanitario regional, es de 184.5 hectáreas.
- El área de afectación no presenta ecosistemas de alta sensibilidad consolidada, sin embargo, muestra una alta participación de especies sensibles. No obstante lo anterior, las dos alternativas estudiadas, no marcaron afectación directa a las especies sensibles, toda vez que su ubicación, fue establecida siguiendo los criterios de prohibición y restricción definidos en el Reglamento Técnico de Agua Potable y Saneamiento Básico y el Decreto 1077 de 2015.



- A partir del sistema de evaluación ambiental se identificó que los componentes físicos y económicos, son los que presentan un mayor impacto, situación que obedece a la intervención física que sufre el suelo, para la disposición final de residuos y el conflicto existente con la vocación del suelo.
- La localización y puesta en funcionamiento de un relleno sanitario regional, que atienda la necesidades sanitarias de los cinco municipios que conforman el presente estudio, presenta un alto nivel de complejidad, debido a la incompatibilidad de los usos del suelo definidos por el instrumento de ordenamiento territorial local y el costo ambiental y social, sin embargo a la luz de los parámetros de localización de sitios para la disposición final de residuos sólidos dictados en el marco normativo y regulatorio vigente, existe viabilidad técnica para la construcción y puesta en funcionamiento de un relleno sanitario en la provincia sur occidental del departamento de Boyacá.

# RECOMENDACIONES

- Teniendo en cuenta que los Esquemas de Ordenamiento Territorial de los municipios de Quipama y Coper Boyacá, no se encuentran actualizados y no definen aspectos fundamentales, como lo son la determinación del uso del suelo de forma geo referenciada, se hace necesario realizar visita de campo, para establecer la idoneidad de la ubicación del relleno sanitario regional en la zona establecida.
- Así mismo, se considera pertinente establecer nuevas alternativas para la disposición final de residuos sólidos para los municipios de Caldas y Buenavista Boyacá, toda vez que la ubicación definida en el presente documento para la instalación de un relleno sanitario en el municipio de Quipama puede incrementar los costos incurridos en la ejecución de la actividad de transporte de residuos sólidos del punto de origen al punto de disposición final.
- Por otra parte y en concordancia con los lineamientos que el estado promueve en el marco de la Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos, los municipios enmarcados en el estudio deben desplegar acciones tendientes a desarrollar instrumentos que promuevan la prevención, minimización y aprovechamiento de los residuos sólidos.